

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

ENKELE SPECIFIKATIES VAN DE PRODUKTIEFUNKTIE VOOR DE LANDBOUW

EEN EMPIRISCH ONDERZOEK TEN BEHOEVE VAN DE EVALUATIE VAN
CULTUURTECHNISCHE PROJECTEN

drs. A.M. Filius

STARRINGEN

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking



0000 0165 6392

U2 n 195004 .01

IN H O U D

	blz.
1. PROBLEEMSTELLING	1
2. OPZET VAN HET ONDERZOEK	2
3. ENKELE ALTERNATIEVE SPECIFIKATIES VAN DE PRODUKTIEFUNKTIE	3
3.1. Inleiding	3
3.2. Enige grondbegrippen uit de produktietheorie	4
3.3. Kenmerken van enige produktiefunkties	10
3.3.1. De Cobb-Douglas produktiefunktie	10
3.3.2. De CES produktiefunktie	12
3.3.3. VES produktiefunkties	14
3.3.4. Een produktiefunktie met 'variable returns to scale'	15
4. SCHATTEN VAN DE COEFFICIENTEN VAN EEN PRODUKTIEFUNKTIE	16
4.1. Algemeen	16
4.2. Specificatie van een produktiemodel	16
4.2.1. Specificatie volgens het traditionele model	16
4.2.2. Een model gebaseerd op verwachtingen	19
4.2.3. De faktor ondernemerskwaliteit	21
4.3. Schatten van de coëfficiënten van een CES funktie	22
4.3.1. Een overzicht van mogelijke methoden	22
4.3.2. De methode van Kmenta	23
4.3.3. De iteratieve methode	25
4.4. Schatten van de coëfficiënten van een funktie met 'variable returns to scale'	26

1. PROBLEEMSTELLING

Een produktiefunctie is op verschillend aggregatieniveau te formuleren. Met dit onderzoek wordt beoogd te bestuderen of en op welke wijze een beschrijving van het produktieproces in de landbouw, in de vorm van een produktiefunctie op hoog aggregatieniveau, is te geven. Een dergelijke functie is opgenomen in een groeimodel voor de landbouw dat dient voor de evaluatie van landinrichtingsprojecten. Voorshands is daarin een Cobb-Douglasproduktiefunctie toegepast (LOCHT, 1969, FILIUS, 1970, 1972). Thans zal ondermeer worden onderzocht of een ander type functie mogelijk een betere beschrijving van dat produktieproces geeft. Niet alleen aan de specificatie naar het type functie maar ook aan de specificatie van de variabelen in een produktiefunctie van de landbouw zal aandacht worden besteed.

Aan de hand van een produktiefunctie op hoog aggregatieniveau kan vrij gemakkelijk inzicht worden verkregen in de produktiviteit van de produktiefactoren. Een methode is ontwikkeld om de rekenprijs van arbeid op de landbouwbedrijven te bepalen (FILIUS, 1977). Deze methode, die is ontwikkeld om de waarden van vrijkomende arbeid in de landbouw door uitvoering van landinrichtingsprojecten te bepalen, steunt op een model waarin de produktiefunctie een belangrijke rol speelt. Ook ten behoeve van dit model is dit produktiefunctie-onderzoek opgezet.

2. OPZET VAN HET ONDERZOEK

In vele landen is de produktiefunctie van de landbouw onderwerp van studie geweest. Veelal betrof dit cross-section onderzoek. Het grote aantal ondernemingen in de landbouw waarvan voldoende gegevens voorhanden zijn heeft dit type van onderzoek wellicht aantrekkelijk gemaakt.

Voor de Cobb-Douglasproduktiefunctie heeft veel aandacht gekregen. Voor de Nederlandse landbouw zijn de coëfficiënten van een dergelijke functie geschat door KLAASSEN e.a. (1963). Hoewel het thans ook - gezien de opzet van het groeimodel en van het model ter bepaling van de rekenprijs van arbeid - gaat om een cross-section onderzoek maakt de wijze van aggregatie dat dit onderzoek niet aansluit op deze modellen.

Omdat verschillende typen functies voor toepassing in aanmerking komen zullen in hoofdstuk 3 een aantal typen functies en de eigenschappen ervan worden behandeld.

Om de vraag te kunnen beantwoorden op welke wijze een produktiefunctie kan worden geschat wordt in hoofdstuk 4 de produktiefunctie eerst geplaatst in het ruimere kader van een model van inkomensvorming.

De produktiefunctie is een functie op hoog aggregatieniveau. Aan deze eigenschap dankt de produktiefunctie niet alleen haar grote waarde maar ook haar beperkingen. Tevens vormt de aggregatie een bron waaruit ongewenste resultaten kunnen voortkomen. De wijze van aggregeren wordt mede bepaald door het doel waarvoor de produktiefunctie wordt gebruikt en door de gegevens die voorhanden zijn. In hoofdstuk 5 wordt aangegeven welke variabelen in de te schatten produktiefuncties (kunnen) worden opgenomen.

De resultaten van het onderzoek zijn in hoofdstuk 6 vermeld. In de samenvatting en conclusies vindt een nadere evaluatie van de resultaten plaats.

3. ENKELE ALTERNATIEVE SPECIFIKATIES VAN DE PRODUKTIEFUNKTIE

3.1. I n l e i d i n g

Zoals reeds in het vorige hoofdstuk werd vermeld heeft met name de Cobb-Douglas produktiefunctie veel aandacht gekregen. De laatste tijd zijn ook CES-funkties toegepast bij produktiefunctie-onderzoek in de landbouw. De afkorting CES duidt op de eigenschap van deze funkties van 'Constant Elasticity of Substitution'. Substitutie-elasticiteit wordt voorlopig gedefinieerd als een maat voor de mogelijkheid om een produktiefaktor te substitueren voor een andere. De Cobb-Douglas funktie heeft eveneens een constante substitutie-elasticiteit doch deze is steeds gelijk aan één. Gesteld wordt wel dat juist in de landbouw de substitutie-mogelijkheden groot zijn. Technieken met verschillende kapitaalintensiteit komen hier veelvuldig naast elkaar voor. Het lijkt dan ook gewenst voorkeur te geven aan een produktiefunctie, die aan de waarde welke de substitutie-elasticiteit kan aannemen zo weinig mogelijk beperkingen oplegt. Vanuit de invalshoek substitutie-elasticiteit bezien is dan ook een funktie met 'Variable Elasticity of Substitution' (VES-funktie) te prefereren. Zoals wordt aangegeven zal toepassing ervan evenwel niet plaatsvinden.

Daar, zoals duidelijk zal zijn, de substitutie-elasticiteit een belangrijke plaats inneemt in het theoretisch en empirisch onderzoek zal dit begrip in dit hoofdstuk nader worden gedefinieerd en zal de waarde ervan voor verschillende funkties worden afgeleid. Ook aan een produktiefunctie die in ander opzicht meer flexibiliteit bezit, een funktie met 'variable returns to scale', zal aandacht worden geschonken. Het lijkt echter nuttig eerst enige grondbegrippen uit de produktietheorie te behandelen. Daarbij komen enige vooronderstellingen ter sprake, waaraan - in een later stadium - de uitkomsten van het onderzoek kunnen worden getoetst.

3.2. Enige grondbegrippen uit de produktie-theorie

De uiteenzetting zal plaatsvinden voor de situatie dat het produkt (V) wordt voortgebracht door twee produktiefactoren: arbeid (L) en kapitaal (K). Het verband tussen het produkt (fysiek) en de daarvoor aangewende hoeveelheid van een produktiefaktor bij constante hoeveelheid van de overige produktiefactoren wordt vaak grafisch weergegeven als in fig. 3.1.a. In deze figuur kan L variëren bij constante hoeveelheid K.

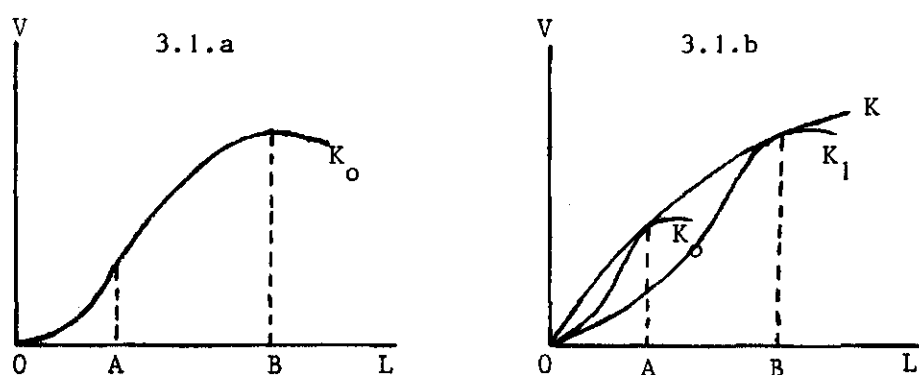


Fig. 3.1. 'Plant'- en 'planning' funktie

Tot het punt B neemt het totale produkt toe. Het marginale produkt van L neemt alleen in het interval OA toe, daarna neemt het af. Na het punt B is het marginale produkt negatief, het totale produkt neemt af.

Met de kwalifikatie constante hoeveelheid kapitaal wordt hier bedoeld een fysiek bepaalde kapitaalsuitrusting (K_0). Fig. 3.1.a. geeft een zogenaamde 'plantfunctie' weer.

Een constante hoeveelheid kapitaal kan ook geïnterpreteerd worden als een in samenstelling variërende hoeveelheid kapitaalgoederen. Een andere samenstelling van een bepaalde hoeveelheid van de faktor kapitaal (K_1) zal een andere produktiefunctie geven (zie fig. 3.1.b.). In principe zijn een oneindig aantal 'plantfuncties' denkbaar.

Bij een bepaalde hoeveelheid arbeid wordt verondersteld slechts één optimale samenstelling van een hoeveelheid kapitaal te bestaan. In fig. 3.1.b verbindt de curve K, punten die voor elk van de verschillende hoeveelheden arbeid de produktie aangeeft bij een optimale samenstelling van de faktor kapitaal. Deze curve geeft de 'planning-functie' weer. Verondersteld wordt dat een 'plant-curve' slechts in één punt raakt aan een bepaalde 'planning-curve'.

Het onderscheid tussen 'plant'- en 'planning functie' is nauw verbonden aan de termijn, die in beschouwing wordt genomen. Op korte termijn is het niet mogelijk om bij verandering van de hoeveelheid arbeid (bijvoorbeeld van A naar B) ook de samenstelling van de faktor kapitaal te veranderen en moet men met een geringere toename van de produktie genoegen nemen. Op langere termijn zal men deze samenstelling wel kunnen wijzigen en zal men op een optimale samenstelling van het pakket kapitaalgoederen overgaan. In het verdere onderzoek wordt verondersteld dat de aktuele produktie-inputcombinaties zich alle op de 'planning-curve' bevinden.* De 'planning functie' is dus een produktiefunctie, die de relatie uitdrukt '.... between the maximum quantity of output and the inputs required to produce it, and the relation between the inputs themselves' (BROWN, 1966, blz. 9).

Om tot een nadere definiëring van het begrip substitutie-elasticiteit te komen, wordt de volgende continue produktiefunctie geïntroduceerd:

$$V = V(L, K) \quad (3.1)$$

Van deze functie wordt verondersteld dat:

$$\frac{\partial V}{\partial L} , \frac{\partial V}{\partial K} > 0 \quad (3.2)$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial L^2} , \frac{\partial^2 V}{\partial K^2} < 0 \quad (3.3)$$

*Stochastische invloeden kunnen er evenwel de oorzaak van zijn dat niet alle waarnemingen in een empirisch onderzoek op de 'planning-curve' liggen

De produktiefunctie heeft positieve, maar afnemende grensprodukten. Deze vooronderstellingen zijn eigenschappen van een wat wel genoemd wordt 'well-behaved' funktie (ALLEN, 1973, blz. 44). De afgeleiden in (3.2) en (3.3) zijn eveneens continue funkties.

In fig. 3.2 zijn twee isoquanten (V_0 en V_1) getekend. Deze isoquanten geven aan met welke hoeveelheden K en L een bepaalde hoeveelheid produkt (V_0 respectievelijk V_1) voortgebracht kan worden. Een zekere produktie V_0 kan verkregen worden met de combinatie van K_0 en L_0 , maar ook met de combinatie van K_1 en L_1 . De helling van de raaklijn aan een isoquant geeft aan hoeveel eenheden K er nodig zijn om bij verandering van L met één eenheid een zekere hoeveelheid produkt te handhaven.

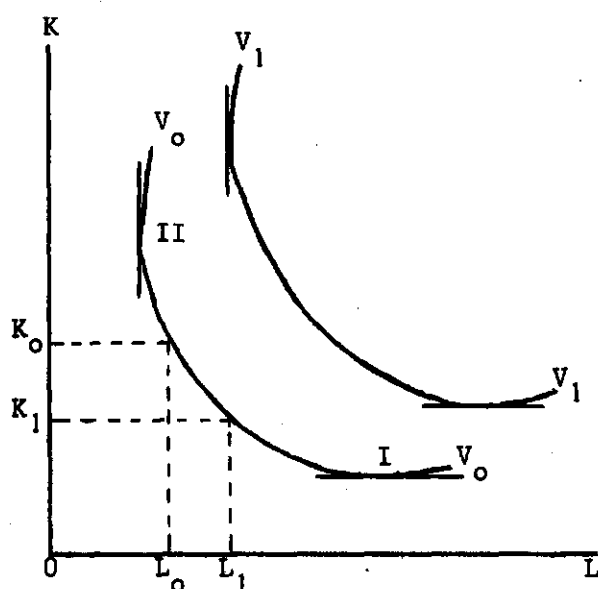


Fig. 3.2. Substitutie van produktiefactoren

De marginale technische substitutievoet van L voor K (MTS_{LK}) wordt nu gedefinieerd als het aantal eenheden waarmee het gebruik van L verminderd kan worden om een bepaald produktieniveau te handhaven, indien de gebruikte hoeveelheid K met één eenheid toeneemt. Een nadere definiëring kan plaatsvinden via de totale differentiaal

van de produktiefunctie:

$$dV = \frac{\partial V}{\partial L} dL + \frac{\partial V}{\partial K} dK \quad (3.4)$$

Omdat in de definitie van de MTS de produktie konstant wordt verondersteld ($dV = 0$) kan uit (3.4) worden afgeleid:

$$MTS_{LK} = - \frac{dK}{dL} = + \frac{\frac{\partial V}{\partial L}}{\frac{\partial V}{\partial K}} \quad (3.5)$$

In woorden: indien de hoeveelheid L met één eenheid wordt verminderd is er een hoeveelheid K nodig ter hoogte van $\frac{\frac{\partial V}{\partial L}}{\frac{\partial V}{\partial K}}$ om eenzelfde hoeveelheid produkt te verkrijgen. De waarde van de MTS wordt dus bepaald door de verhouding tussen de marginale produkten.

In fig. 3.2. zijn de isoquanten zodanig getekend dat na een zeker punt, van beide produktiefactoren grotere hoeveelheden nodig zijn om het produktieniveau te handhaven. Op de isoquant $V_0 V_0$ treden daarom rechts van punt I en boven punt II verspillingen op. Deze gedeelten van de isoquant zullen derhalve geen economisch relevante produktietechnieken voorstellen. De veronderstelling van positieve marginale produkten (zie verg. 3.2) houdt een dalend verloop van de isoquanten in en sluit een stijgend verloop van de isoquant, als rechts van punt I, uit.

In fig. 3.2 heeft de isoquant $V_0 V_0$ tussen de punten I en II niet alleen een dalend verloop, maar heeft tevens een verloop convex naar de oorsprong. Dat wil zeggen dat bij grotere hoeveelheden input van L voor elke eenheid L meer, een steeds geringere hoeveelheid K vrijkomt. Een verloop concaaf naar de oorsprong lijkt onwaarschijnlijk. Dit zou met zich meebrengen dat het steeds aantrekkelijker zou worden de ene produktiefaktor te vervangen door de andere, waardoor op den duur slechts één produktiefaktor zou worden gebruikt.

De substitutie-elasticiteit (σ) wordt nu gedefinieerd als de relatieve verandering in de verhouding van de produktiefactoren gedeeld door de relatieve verandering in de verhouding van de marginale produkten van de produktiefactoren. In de tot nu toe

gevolgde notatie:

$$\sigma = \frac{d(\frac{L}{K})}{\frac{L}{K}} : \frac{d(\frac{\partial V / \partial K}{\partial V / \partial L})}{\frac{\partial V / \partial K}{\partial V / \partial L}} \quad (3.6)$$

Uit (3.6) volgt dat de substitutie-elasticiteit omgekeerd evenredig is met de mate van kromming van de isoquant. In fig. 3.3 is dit tot uitdrukking gebracht.

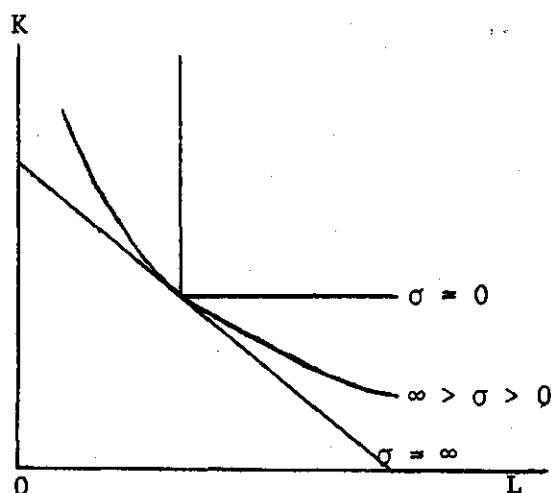


Fig. 3.3. Verloop van de isoquant en waarde van de substitutie-elasticiteit

De substitutie-elasticiteit kan een waarde aannemen tussen de grenzen 0 en ∞ . Een substitutie-elasticiteit van ∞ houdt in dat de produktiefactoren elkaar geheel kunnen vervangen; de isoquant is een rechte lijn. Een substitutie-elasticiteit van 0 wil zeggen dat de produktiefactoren in een bepaalde verhouding dienen te worden ingezet wil er geen verspilling optreden; de isoquant bestaat uit 2 lijnen die een hoek van 90° met elkaar vormen. De combinatie van K en L, waarbij geen verspilling optreedt, wordt in het hoekpunt gevonden.

Een produktiefunctie, die een substitutie-elasticiteit heeft die steeds gelijk is aan nul en gekenmerkt wordt door vaste technische coëfficiënten*, is de zogenaamde Leontief-functie. Deze functie wordt vaak toegepast in de input-output analyse en activiteitenanalyses. Daarbij gaat het vaak om problemen waarbij intersektorale en/of interregionale betrekkingen aan de orde worden gesteld. Thans gaat het om een produktiefunctie van individuele bedrijven, waarbij substitutie van produktiefactoren mogelijk wordt geacht. Het is dan ook niet gewenst om a priori van een produktiefunctie uit te gaan, die substitutie uitsluit.

Het begrip substitutie-elasticiteit en de interpretatie die daaraan is gegeven krijgt meer betekenis indien een verband wordt gelegd tussen de marginale opbrengst (gedefiniëerd als de prijs van het produkt maal het marginale produkt) en de prijs van de produktiefactor. Indien de ondernemer streeft naar maximale winst dan zal - onder een aantal voorwaarden - de marginale opbrengst van een produktiefactor gelijk zijn aan de prijs ervan (zie par. 4.2.1.). In dat geval is de substitutie-elasticiteit als volgt te definiëren:

$$\sigma = \frac{d\left(\frac{L}{K}\right)}{\frac{L}{K}} : \frac{d\left(\frac{P_K}{P_L}\right)}{\frac{P_K}{P_L}} \quad (3.6')$$

waarin: P_K = kapitaalkosten per eenheid kapitaal

P_L = arbeidskosten per eenheid arbeid

De substitutie-elasticiteit geeft dan aan hoe groot de relatieve verandering is in de verhouding van de aangewende hoeveelheden kapitaal en arbeid als gevolg van en in verhouding tot een relatieve verandering in de prijsverhouding van deze produktiefactoren. Een hoge substitutie-elasticiteit betekent dat een relatieve stijging van het arbeidsloon de hoeveelheid kapitaal relatief sterk zal doen toenemen. Het verschijnsel van een relatieve verandering in de prijzen van arbeid en kapitaal heeft zich de laatste jaren in sterke mate voorgedaan. De snelle stijging van het arbeidsloon heeft bijgedragen tot aanzienlijke afvloei van arbeid uit de landbouw. Het is belangrijk

*d.w.z. $\frac{V_1}{L_1} = \frac{V_2}{L_2}$ en $\frac{V_1}{K_1} = \frac{V_2}{K_2}$ dus $\frac{L_1}{K_1} = \frac{L_2}{K_2}$

dat de gevolgen daarvan zo goed mogelijk via de produktiefunctie tot uitdrukking komen bij de allokatie van produktiemiddelen.

Een ander concept dat in de produktietheorie een voorname plaats inneemt, is de technische vooruitgang. Technische vooruitgang houdt in - uiterst summier aangeduid - dat in de tijd gezien met eenzelfde hoeveelheid produktiefactoren een grotere hoeveelheid produkt wordt verkregen. Technische vooruitgang kan verschillende vormen aannemen. Een behandeling ervan zal hier achterwege blijven. Voor een inleiding over dit fenomeen kan worden verwezen naar het werk van ALLEN (1973, hoofdstuk 13). In het empirisch gedeelte van het onderzoek wordt op dit punt gesteund op de uitkomsten van produktiefunctie-onderzoek door SCHRADER (1973) uitgevoerd.

3.3. Kenmerken van enige produktiefuncties

3.3.1. De Cobb-Douglas produktiefunctie

De door COBB en DOUGLAS (1928) toegepaste produktiefunctie heeft de volgende mathematische vorm:

$$V = a L^{\lambda} K^{\mu}$$

Hierin is a een constante, die geïnterpreteerd kan worden als een efficiency-parameter. De exponenten λ en μ zijn produktie-elasticiteiten van respectievelijk arbeid (L) en kapitaal (K), hetgeen als volgt is af te leiden. De produktie-elasticiteiten van K en L worden als volgt gedefinieerd:

$$\frac{\partial V / \partial K}{V} = \frac{\partial V}{\partial K} \cdot \frac{K}{V} \quad \text{en} \quad \frac{\partial V / \partial L}{V} = \frac{\partial V}{\partial L} \cdot \frac{L}{V} \quad (3.8)$$

De marginale produkten zijn:

$$\frac{\partial V}{\partial K} = \mu a L^{\lambda} K^{\mu-1} = \mu \frac{V}{K} \quad \text{en} \quad \frac{\partial V}{\partial L} = \lambda \frac{V}{L} \quad (3.9)$$

(3.9) gesubstitueerd in (3.8) geeft de produktie-elasticiteiten:

$$\frac{\partial V / \partial K}{V} = \mu \quad \text{en} \quad \frac{\partial V / \partial L}{V} = \lambda \quad (3.8)'$$

Opgemerkt wordt dat deze produktie-elasticiteiten constant zijn, dit wil zeggen onafhankelijk van de aktuele waarde van K en L.

Uit (3.9) volgt dat aan de voorwaarde (3.1) (positieve marginale produkten) is voldaan indien μ respectievelijk λ positief is. Aan de hand van (3.10) kan een uitspraak gedaan worden over de vraag of deze marginale produkten ook afnemen (3.2)

$$\frac{\partial^2 V}{\partial K^2} = \mu(\mu-1) a L^\lambda K^{\mu-2} \quad \text{en} \quad \frac{\partial^2 V}{\partial L^2} = \lambda(\lambda-1) a L^{\lambda-2} K^\mu \quad (3.10)$$

Deze tweede afgeleiden zijn negatief als μ en λ kleiner zijn dan één.

Bovenstaande funktie is homogeen van de graad $(\lambda+\mu)$, dat wil zeggen indien zowel K als L met een faktor vermenigvuldigd worden, V verandert met deze faktor tot de macht $(\lambda+\mu)$. In de produktietheorie wordt de som van deze exponenten gezien als een maat voor de 'returns to scale'. Vaak wordt verondersteld dat de som van de exponenten gelijk is aan één (COBB en DOUGLAS, 1928). De gedachte achter deze veronderstelling is dat in het geval K en L met 1% toenemen en V met meer dan 1% toeneemt ($\lambda+\mu > 1$), het - bij gegeven prijzen van produktie en produktiefaktoren - voordelig is de produktie uit te breiden. Indien de ondernemers streven naar winstmaximalisatie zou dit in theorie leiden tot één grote onderneming. Indien 1% meer K en L minder dan 1% extra V oplevert is het voordelig het bedrijf zo klein mogelijk te houden. De produktie zou dan plaatsvinden in de kleinst mogelijke omvang. Geen van beide situaties doet zich in werkelijkheid voor. Daarom worden 'constant returns to scale' ($\lambda+\mu = 1$) vaak voorondersteld. In het empirisch gedeelte van dit onderzoek zal de som van de exponenten niet a priori gelijk aan één gesteld worden. Verondersteld wordt dat door ondermeer de immobili-teit van de produktiefaktoren de som van de exponenten van de waarde één kan afwijken, zonder dat dit leidt tot extreem grote produktie-eenheden.

De meest kenmerkende eigenschap van de Cobb-Douglas produktie-funktie is de waarde van de substitutie-elasticiteit. Deze is steeds gelijk aan één, zoals hieronder wordt afgeleid. In herinnering wordt gebracht dat in de definitie van de substitutie-elasticiteit (σ) de

relatieve verandering in de marginale technische substitutievoet (MTS_{KL}) is opgenomen (zie verg. 3.6). Deze kan nu voor de Cobb-Douglasfunctie (3.7) nader worden bepaald:

$$MTS_{KL} = \frac{\partial V / \partial K}{\partial V / \partial L} = \frac{\mu V / K}{\lambda V / L} = \frac{\mu}{\lambda} \cdot \frac{L}{K} \quad (3.11)$$

Daaruit volgt:

$$\log MTS_{KL} = \log \frac{\mu}{\lambda} + \log \frac{L}{K} \quad (3.12)$$

Daar $\frac{\mu}{\lambda}$ een constante is geldt:

$$d \log MTS_{KL} = d \log \frac{L}{K} \quad (3.13)$$

en

$$\frac{d MTS_{KL}}{MTS_{KL}} = \frac{d(\frac{L}{K})}{\frac{L}{K}} \quad (3.14)$$

Wordt (3.14) gesubstitueerd in (3.6) dan volgt:

$$\sigma = \frac{d(\frac{L}{K})}{\frac{L}{K}} : \frac{d MTS_{KL}}{MTS_{KL}} = 1 \quad (3.15)$$

Uit deze afleiding volgt dat de substitutie-elasticiteit in een Cobb-Douglasfunctie de waarde één heeft voor alle waarden van K en L en voor elke waarde van de 'returns to scale' (BROWN, 1966, blz.36).

3.3.2. De CES produktiefunctie

De CES produktiefunctie heeft voor het geval er twee produktiefactoren zijn de volgende vorm:

$$V = a \left[\delta K^{-\rho} + (1-\delta)L^{-\rho} \right]^{-r/\rho} \quad (3.16)$$

waarin: a = efficiency-parameter ($a > 0$)
 δ = distributie-parameter ($0 < \delta < 1$)
 ρ = substitutie-parameter ($\infty > \rho \geq -1$)
 r = schaal-parameter ($r > 0$)

Ook voor een CES funktie kunnen weer de voorwaarden opgesteld worden waaronder aan (3.1) en (3.2) wordt voldaan:

$$\frac{\partial V}{\partial K} = r \delta a^{-\rho/r} V^{1+\rho/r} K^{-\rho-1} \quad (3.17)$$

$$\frac{\partial V}{\partial L} = r(1-\delta)a^{-\rho/r} V^{1+\rho/r} L^{-\rho-1}$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial K^2} = (1+\rho)\delta r a^{-\delta/r} V^{1+\rho/r} K^{-\rho-r} \left[\frac{1}{1+\rho} (r+\rho) \left\{ \frac{1}{((1-\delta)/\delta) (\frac{K}{L})^\rho + 1} \right\} - 1 \right] \quad (3.18)$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial L^2} = (1+\rho)(1-\delta) r a^{-\rho/r} V^{1+\rho/r} L^{-\rho-r} \left[\frac{1}{1+\rho} (r+\rho) \left\{ \frac{1}{(\delta/(1-\delta)) (\frac{L}{K})^\rho + 1} \right\} - 1 \right]$$

Uit (3.17) volgt dat - indien de bovenvermelde waarden van de parameters worden aangehouden - de marginale produkten van een CES funktie positief zijn. Voor afnemende marginale produkten is het nodig dat de tweede afgeleiden (3.18) negatief zijn. Dit is zeker het geval indien r (die de mate van 'returns to scale' aangeeft) kleiner of gelijk is aan één. De eerste term tussen vierkante haken in (3.18) is dan kleiner dan één (de term voor de vierkante haken is positief). Voor waarden van r groter dan één kan deze term groter dan één zijn. In dat geval is zonder kennis van de waarde van de overige grootheden geen uitspraak mogelijk over het al dan niet negatief zijn van (3.18) (zie BROWN, 1966, blz. 49).

Op analoge wijze als voor een Cobb-Douglas funktie kan voor een CES funktie de waarde van de substitutie-elasticiteit worden afgeleid. Uit (3.17) volgt de waarde van de marginale technische substitutievoet (MTS_{KL}) en daarmee

$$\log MTS_{KL} = \log \frac{\delta}{1-\delta} + (1+\rho) \log \frac{L}{K} \quad (3.19)$$

$$d \log MTS_{KL} = +(1+\rho) d \log \frac{L}{K} \quad (3.20)$$

waaruit volgt:

$$\sigma = \frac{d(\frac{L}{K})}{\frac{L}{K}} : \frac{d MTS_{KL}}{MTS_{KL}} = \frac{1}{1+\rho} \quad (3.21)$$

Voor een gegeven waarde van ρ is de substitutie-elasticiteit dus constant, maar aangezien ρ een waarde kan aannemen van -1 tot oneindig, kan de substitutie-elasticiteit variëren van 0 tot oneindig.

Wanneer ρ gelijk is aan nul heeft volgens (3.21) de substitutie-elasticiteit - als in een Cobb-Douglasfunctie - de waarde één. Met behulp van de regel van l'Hospital kan worden afgeleid dat in dit geval de CES functie overgaat in een Cobb-Douglasfunctie (zie ARROW c.s., 1961, blz. 231).

3.3.3. VES produktiefuncties

Hoewel een CES functie met betrekking tot de substitutie-elasticiteit minder beperkingen oplegt dan een Cobb-Douglasfunctie blijft het uitgangspunt van constante substitutie-elasticiteit een beperking. Verschillende functies met 'Variable Elasticity of Substitution' (VES functie) zijn dan ook ontwikkeld. Genoemd worden de functie van LU en FLETCHER (1968), van SATO - HOFFMAN (1968), van VAZQUEZ (1968) en van de BIDDLEY (1972).

Hoewel de voordelen van het toepassen evident lijken zal hier niet verder op de eigenschappen en kenmerken van deze categorie functies worden ingegaan, omdat deze functies thans niet voor toepassing in aanmerking komen en het niet in de bedoeling ligt een volledig exposé te geven van de produktie-theorie. Een VES functie komt thans onder meer niet in aanmerking voor toepassing omdat de theoretische en praktische uitwerking slechts voor twee produktiefactoren heeft plaatsgevonden.

3.3.4. Een produktiefunctie met 'variable returns to scale'

Door ULVELING en FLETCHER (1970) werd het volgende type produktiefunctie geïntroduceerd:

$$V = a F^{B_1} L^{B_2} K^{B_3} I^{B_4} \quad (3.22)$$

waarin: $B_1 = B_1(H)$

$B_2 = B_2(H)$

$B_3 = B_3(H)$

$B_4 = B_4(H)$

F = oppervlakte cultuurgrond

I = hoeveelheid non-faktor inputs

De basis voor deze produktiefunctie is een Cobb-Douglasfunctie. De exponenten (B_1, \dots, B_4) zijn echter niet constant, maar een functie van een andere grootte (H). De gedachte achter deze functie is dat produktie mogelijk is met verschillende produktie-technieken, elk met een eigen produktiefunctie, hetgeen tot uitdrukking komt in een variabele waarde van de produktie-elasticiteit. De 'returns to scale' kunnen echter ook variëren met de produktie-techniek. Dit is een belangrijk kenmerk, immers in een CES functie is de produktie-elasticiteit ook variabel.

Welke variabele verondersteld wordt de produktietechniek te beïnvloeden kan van geval tot geval verschillen. Door Ulveling en Fletcher worden genoemd de bedrijfsgrootte, het managementniveau en verschillende typen kapitaal en arbeid. In het empirisch gedeelte van het onderzoek van Ulveling en Fletcher zijn de exponenten een (kwadratische) functie van de kapitaal/land verhouding.

Of dit type produktiefunctie nog homogeen is zal afhangen van de aard van de variabele, die opgenomen wordt in de exponent en de vorm van de functie B . Ook de waarde van de substitutie-elasticiteit is daarvan afhankelijk. De homogeniteit blijft behouden indien als variabele de verhouding tussen twee van de oorspronkelijke produktiefactoren wordt opgenomen. De substitutie-elasticiteit behoudt - evenals in een traditionele Cobb-Douglas produktiefunctie - de waarde één indien in de exponent geen van de oorspronkelijke produktiefactoren voorkomt.

4. SCHATTEN VAN DE COËFFICIENTEN VAN EEN PRODUKTIEFUNKTIE

4.1. A l g e m e e n

In dit hoofdstuk zal worden behandeld op welke wijze en onder welke vooronderstellingen de coëfficiënten van een Cobb-Douglasfunctie, een CES functie en een functie met 'variable returns to scale' geschat kunnen worden. Bij de behandeling worden de volgende uitgangspunten in acht genomen:

- De coëfficiënten worden geschat op basis van een combinatie van cross-section- en tijdreeksanalyse. Behandeling van specifieke mogelijkheden en problemen, die zich met name voordoen bij een analyse louter gebaseerd op langere tijdreeksen, zal achterwege blijven.
- Zoals reeds opgemerkt zal, gelet op hetgeen elders (FILIUS, 1977) is opgemerkt ten aanzien van de aktualiteit van de grensproduktiviteitstheorie in de landbouw, niet van een schattingsprocedure worden uitgegaan die gebaseerd is op de veronderstelling van de gelijkheid van faktorbeloningen en grensopbrengst. Ook zal niet a priori worden aangenomen, dat in de landbouw slechts 'constant returns to scale' voorkomen. Behandeling van schattingsmethoden, die gebaseerd zijn op de veronderstelling van 'constant returns to scale', blijven dan ook achterwege.

4.2. S p e c i f i k a t i e v a n e e n p r o d u k t i e m o d e l

4.2.1. Specificatie volgens het traditionele model

Uitgangspunt is een model met een Cobb-Douglasproduktiefunctie met twee produktiefactoren. De te bespreken problematiek geldt evenzeer voor een CES functie en een functie met 'variable' returns to scale' als ook voor deze functies met meer dan twee produktiefactoren. Het basismodel ziet er als volgt uit:

$$X_0 = A X_1^\alpha X_2^\beta \quad (4.1)$$

$$Y = P_0 X_0 - P_1 X_1 - P_2 X_2 \quad (4.2)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial X_1} = P_0 \alpha \frac{X_0}{X_1} - P_1 = 0 \quad (4.3)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial X_2} = P_0 \beta \frac{X_0}{X_1} - P_2 = 0 \quad (4.4)$$

waarin: X_0 = hoeveelheid produkt
 X_1 en X_2 = hoeveelheden produktiefactoren
 Y = winst
 P_0, P_1, P_2 = prijs van respectievelijk X_0 , X_1 en X_2
 A = constante

De vergelijkingen 4.3 en 4.4 geven aan dat de ondernemer zo veel produktiefactoren aantrekt tot de marginale opbrengst ervan (= prijs van het produkt maal het marginale produkt) gelijk is aan de marginale kosten (= prijs van de produktiefaktor). De prijzen worden in dit model voor de ondernemer gegeven verondersteld.

Bovenstaand model is deterministisch geformuleerd. Voor schatting van de coëfficiënten is het nodig dat op een stochastische formulering wordt overgegaan. Het model wordt voor een cross-section onderzoek - het betoog van ZELLNER, KMENTA and DREZE (1966) volgend - nu als volgt gespecificeerd aangevuld en uitgewerkt*:

$$x_{oi} - \alpha x_{1i} - \beta x_{2i} = a + v_{oi} \quad (4.5)$$

$$x_{oi} - x_{1i} = \omega_1 + v_{1i} \quad (4.6)$$

$$x_{oi} - x_{2i} = \omega_2 + v_{2i} \quad (4.7)$$

*Dit model berust op een linearisatie van de volgende vergelijkingen:

$$X_{oi} = A X_{1i}^\alpha X_{2i}^\beta e^{v_{oi}}; P_0 \alpha \frac{X_0}{X_1} = R_1 P_1 e^{v_{1i}}; P_0 \alpha \frac{X_0}{X_2} = R_2 P_2 e^{v_{2i}}$$

waarin: $x_{oi} = \log X_o$ van bedrijf i

$x_{1i} = \log X_{1i}$

$x_{2i} = \log X_{2i}$

$a = \log A$

$v_{oi}, v_{1i}, v_{2i} =$ stochastische storingstermen

Voorts geldt:

$$\omega_1 = \log\left(\frac{P_1 R_1}{P_o \alpha}\right) \quad ; \quad \omega_2 = \log\left(\frac{P_2 R_2}{P_o \beta}\right) \quad (4.8)$$

In het geval van volkomen concurrentie zijn R_1 en R_2 gelijk aan één. Door HOCH (1962)(blz.30) worden institutionele en psychologische factoren genoemd die er oorzaak van kunnen zijn dat R_1 en R_2 ongelijk zijn aan één (zie ook FILIUS, 1977, hoofdstuk 2).

Van elk van de storingstermen v_{oi} , v_{1i} en v_{2i} wordt verondersteld dat de verwachtingswaarde nul is. Door MARSCHAK en ANDREWS (1944) werd v_{oi} aangeduid met 'technical efficiency' en 'its value will depend on the technical knowledge, the will, effort, and luck of a given entrepreneur in a given year,' (blz. 156). Uit (4.5) kan x_{oi} opgelost worden en vervolgens worden gesubstitueerd in (4.6) en (4.7). Duidelijk blijkt dan dat de ingezette hoeveelheden produktiefactoren mede bepaald worden door v_{oi} . Indien de parameters van de produktiefunctie geschat zouden worden met behulp van de gewone kleinste kwadratenmethode (na lineaire transformatie met behulp van logaritmen) zou dit tot foutieve schattingen leiden.*

Door ZELLNER, KMENTA en DREZE (1966) is een zodanige herformulering van het model gegeven dat schatting van de parameters van de produktiefunctie - als een op zich zelf staande vergelijking - wel is toegestaan. Dit model wordt in de volgende paragraaf behandeld.

* In de te schatten funktie is dan immers correlatie aanwezig tussen x_{1i} en v_{oi} en tussen x_{2i} en v_{oi} , hetgeen leidt tot 'simultaneous equation bias' (zie JOHNSTON, 1963)

4.2.2. Een model gebaseerd op verwachtingen

Het model van ZELLNER c.s. (1966) wijkt van het door hen zo genoemde traditionele model van MARSCHAK en ANDREWS (1944) in belangrijke mate af doordat niet alleen verondersteld wordt dat het produktieproces stochastisch van aard is, maar ook dat de ondernemers bij hun streven naar winst zich ervan bewust zijn dat het produktieproces stochastisch van aard is (ZELLNER c.s., 1966, blz. 784). Omdat het produktieproces tijd vergt komt de ondernemer pas achter de ware grootte van de storingsterm in de produktiefunctie (nu gedefinieerd als u_{oi}), als het produktieproces is afgelopen. Het model wordt nu als volgt gespecificeerd:

$$E(X_o) = A X_1^\alpha X_2^\beta e^{\frac{1}{2}\sigma_{oo}} \quad (4.9)$$

$$E(Y) = P_o^+ E(X_o) - P_1^+ X_1 - P_2^+ X_2 \quad (4.10)$$

$$\frac{\partial E(Y)}{\partial X_1} = 0 \quad (4.11)$$

$$\frac{\partial E(Y)}{\partial X_2} = 0 \quad (4.12)$$

In dit model wordt het verwachte inkomen $E(Y)$ gemaximaliseerd op basis van de verwachte produktie $E(X_o)$. De faktor $\exp. \frac{1}{2}\sigma_{oo}$ geeft aan dat de storingsterm u_{oi} normaal verdeeld is met een variantie σ_{oo} . De prijzen (P_o^+ , P_1^+ en P_2^+) zijn niet meer de gerealiseerde prijzen, maar de verwachte prijzen. De betrekking tussen de verwachte en de gerealiseerde prijzen is de volgende:

$$\log \left(\frac{P_1^+}{P_o^+} \right) = \log \left(\frac{P_1}{P_o} \right) + u_{1i}^+ \quad (4.13)$$

$$\log \left(\frac{P_2^+}{P_o^+} \right) = \log \left(\frac{P_2}{P_o} \right) + u_{2i}^+ \quad (4.14)$$

u_{1i}^+ en u_{2i}^+ zijn 'random' verdeelde verschillen tussen verwachte en gerealiseerde prijzen. Tezamen met andere storingen in de vergelijkingen, die voorwaarden zijn voor een maximale winst, vormen deze de storingstermen u_{1i} en u_{2i} , waarvan aangenomen wordt dat de verwachtingswaarde nul is.

Uit het bovenstaande model kan nu worden afgeleid (analoog aan (4.5) - (4.7)):

$$x_{oi} - \alpha x_{1i} - \beta x_{2i} = a + u_{oi} \quad (4.15)$$

$$x_{oi} - x_{1i} = \omega_1 + u_{oi} + u_{1i} \quad (4.16)$$

$$x_{oi} - x_{2i} = \omega_2 + u_{oi} + u_{2i} \quad (4.17)$$

met
$$\omega_1 = \log\left(\frac{P_1 R_1}{P_o \alpha}\right) - \frac{1}{2}\sigma_{oo} \quad \text{en} \quad \omega_2 = \log\left(\frac{P_2 R_2}{P_o \beta}\right) - \frac{1}{2}\sigma_{oo}$$

Wanneer nu de herleide vorm-vergelijking voor x_{1i} en x_{2i} wordt afgeleid, blijkt dat deze variabelen niet worden beïnvloed door u_{oi} . Wel komen de storingstermen u_{1i} en u_{2i} naast u_{oi} in de herleide vormvergelijking van de produktiefunctie voor. Door Zellner c.s. wordt verondersteld dat u_{oi} door een faktor als het weer wordt bepaald ('acts of nature') en u_{1i} en u_{2i} door 'human errors'. Een reden om aan te nemen dat u_{oi} en u_{1i} en ook u_{oi} en u_{2i} niet met elkaar gecorreleerd zijn*. Schattingen van de coëfficiënten van de produktiefunctie met de gewone kleinste kwadratenmethode is dan toegestaan.**

Door Hoch is een model ontwikkeld dat enigszins verwant is aan dat van Zellner c.s., HOCH (1962, blz. 37) veronderstelt in het betreffende model dat de ondernemer bij het bepalen van de hoeveelheid van de produktiefactoren niet de werkelijke produktie in beschouwing zal nemen, maar een 'anticipated' produktie. De term 'anticipated' produktie wordt door Hoch

*Door Zellner c.s. (1966, blz. 787) wordt reeds opgemerkt dat een correlatie tussen u_{1i} , resp. u_{2i} en u_{oi} niet uitgesloten is. Met name is dit voor de landbouw zeer wel mogelijk; u_{1i} , u_{2i} en u_{oi} kunnen alle door weersinvloeden worden bepaald.

**Indien de beslissingen van de ondernemers op grond van dit model plaatsvinden, liggen de aan te wenden hoeveelheden produktiefactoren dus reeds voor de aanvang van het produktieproces vast.

niet verder uitgewerkt. Ook in het model van Hoch wordt dus aangenomen dat de produktiemiddelen gepredetermineerd zijn.

Uit eerder onderzoek van HOCH (1958) is gebleken dat - onder de veronderstellingen van niet-gecorrleerd zijn van de storingstermen - schatting van de produktiefunktie zonder meer, in het geval de produktiemiddelen endogene variabelen zijn, er toe leidt dat de som van de elasticiteiten de neiging heeft te tenderen naar één. In het geval er gepredetermineerde en endogene produktiemiddelen zijn, worden de elasticiteiten van de gepredetermineerde variabelen onderschat.

4.2.3. De faktor ondernemerskwaliteit

De storingsterm v_{oi} in par. 4.2.1 werd door Marschak en Andrews aangeduid met 'technical efficiency'. Achter deze term gaan factoren schuil die men kan toeschrijven aan de ondernemerskwaliteit en aan 'luck'.

De 'simultaneous equation bias' als gevolg van 'luck' treedt niet op in het in de vorige paragraaf behandelde model van Zellner c.s. en Hoch. 'Simultaneous equation bias' voortvloeiende uit verschillen in ondernemerskwaliteit wordt door deze modellen niet weggenomen.

In het model beschreven in par. 4.2.2 kan als verklarende variabele de ondernemerskwaliteit (k_i) worden opgenomen, door de produktiefunktie (4.9) als volgt te herformuleren:

$$E(X_{oi}) = A e^{k_i} x_{1i}^\alpha x_{2i}^\beta e^{\frac{1}{2}\sigma_{oo}} \quad (4.9')$$

Bij deze formulering van het produktiemodel zullen de ingezette hoeveelheden produktiefactoren (ceteris paribus) variëren met de ondernemerskwaliteit. Boeren met grote (geringe) ondernemerskwaliteit gebruiken relatief veel (weinig) produktiefactoren.

De faktor ondernemerskwaliteit is moeilijk te kwantificeren. Een schatting van k_i kan worden gemaakt in een combinatie van tijdreeks en cross-section analyse. Van een bedrijf dienen dan over meerdere jaren gegevens beschikbaar te zijn wil de storingsterm gescheiden kunnen worden in ondernemerskwaliteit en 'ware' storingsterm. De te schatten funktie ziet er (na logarithmische transformatie) als volgt uit:

$$x_{oit} = a + k_i + k_t + \alpha x_{1it} + \beta x_{2it} + u_{it} \quad (4.15')$$

Door o.a. HOCH (1962), MUNDLAK (1961) en RASMUSSEN (1962) is de ondernemerskwaliteit onder deze veronderstelling ten aanzien van het model in het onderzoek betrokken. De gebruikte statistische methode is die van covariantie-analyse, hetgeen neerkomt op het invoeren van een dummy-variabele. In (4.15') is tevens een dummy-variabele ingevoerd om de invloed van een bepaald jaar te separeren (k_t) (zie voor een beschrijving van het ^{terip} dummy-variabele: JOHNSTON, 1963, blz. 221 e.v.). Ten opzichte van schattingen onder de veronderstelling $k_i = 0$ was de som van de produktie-elasticiteiten aanzienlijk lager. Bij Hoch (zie blz. 45) en Mundlak (zie blz. 52) was met name de waarde van de produktie-elasticiteit voor de factor arbeid beduidend lager. Bij Rasmussen (zie blz. 87) was met name de coëfficiënt voor vee, machines en werktuigen ('tenant's capital') aanzienlijk lager dan in schattingen 'within years' en 'between farms'.

Door RASMUSSEN (1962) is tevens een schatting van de coëfficiënten gemaakt onder de veronderstelling dat de ingezette hoeveelheden onafhankelijk zijn van de ondernemerskwaliteit. Bij deze methode van schatten wordt niet verondersteld - zoals bij de dummy-variabele-techniek - dat de k_i 's en k_t 's onbekende vaste parameters zijn, maar worden de k_i 's en k_t 's als 'random' grootheden behandeld (FANFANI, 1975, blz. 77). De som van de elasticiteiten en ook de afzonderlijke elasticiteiten vertoonden in het onderzoek van Rasmussen volgens dit 'error-component' model relatief geringe verschillen ten opzichte van de schattingen 'within years' en 'between farms'.

Thans is het toepassen van de dummy-variabele methode bezwaarlijk vanwege het groot aantal bedrijven dat bij het onderzoek is betrokken. Een computerprogramma om schattingen volgens het 'error component' model uit te voeren is niet voorhanden. Een dergelijk model zou bovendien rekening dienen te houden met het feit dat thans van elk bedrijf niet evenveel waarnemingen beschikbaar zijn.

4.3. Schatten van de coëfficiënten van een CES functie

4.3.1. Een overzicht van mogelijke methoden

Het schatten van de coëfficiënten van een CES functie is minder een-

voudig. De functie (3.16) laat zich niet door overgang op de logaritmen van de variabelen linealiseren, men verkrijgt dan namelijk:

$$\ln V = \ln a - r/\rho \ln [\delta K^{-\rho} + (1-\delta) L^{-\rho}] \quad (4.18)$$

Aan het schatten van de coëfficiënten via een iteratieve methode (hetgeen bezwaren kan opleveren, zoals in een volgende paragraaf zal worden uiteengezet) is onder meer te ontkomen door het invoeren van een aantal vooronderstellingen, waaronder de veronderstelling van de gelijkheid van faktorbeloning aan grensopbrengst (zie ARROW c.s., 1961). zoals reeds werd vermeld zal een op deze vooronderstelling gebaseerde schattingsprocedure niet worden gevolgd.

In de volgende paragraaf zal worden behandeld op welke wijze door KMENTA (1967) met behulp van de reeksontwikkeling van Taylor een benadering van een CES produktiefunctie werd bereikt, die lineair is.

4.3.2. De methode van Kmenta

Met de methode van Kmenta wordt getracht een lineaire benadering te krijgen van het niet-lineaire deel van (4.18). Gesteld wordt:

$$f(\rho) = \ln [\delta K^{-\rho} + (1-\delta) L^{-\rho}] \quad (4.19)$$

Deze functie wordt vervolgens in de omgeving $\rho = 0$ als Taylorreeks ontwikkeld:

$$f(\rho) \approx f(0) + \left(\frac{\partial f(\rho)}{\partial \rho}\right)_0 \cdot -\rho + \left(\frac{\partial^2 f(\rho)}{\partial \rho^2}\right)_0 \cdot \frac{\rho^2}{2} \quad (4.20)$$

De derde en hogere afgeleiden worden verwaarloosd. Voor $\rho = 0$ geldt:

$$f(0) = 0 \quad (4.21)$$

$$\left(\frac{\partial f(\rho)}{\partial \rho}\right)_0 = \delta \ln K + (1-\delta) \ln L \quad (4.22)$$

$$\left(\frac{\partial^2 f(\rho)}{\partial \rho^2}\right)_0 = \delta(1-\delta) [\ln K - \ln L]^2 \quad (4.23)$$

Substitueert men (4.21) - (4.23) in (4.20) en substitueert men vervolgens deze vergelijking als uitwerking van (4.19) in (4.18) dan verkrijgt men de volgende benadering:

$$\ln V \approx \ln a + r \delta \ln K + r(1-\delta) \ln L - \frac{1}{2} r \rho \delta(1-\delta) [\ln K - \ln L]^2 \quad (4.24)$$

De parameters r , δ en ρ kunnen opgelost worden na schatting van de coëfficiënten in de volgende vergelijking:

$$\ln V = \ln a + b_1 \ln K + b_2 \ln L - b_3 [\ln K - \ln L]^2 \quad (4.25)$$

$$\text{immers: } r = b_1 + b_2$$

$$\delta = b_1 / (b_1 + b_2)$$

$$\rho = \frac{2b_3(b_1 + b_2)}{b_1 \cdot b_2}$$

Door MC CARTHY (1967, blz. 190) is naar voren gebracht dat deze benadering niet alleen een benadering is van een CES functie, maar ook een benadering van een andere functie. Het antwoord van KMENTA (1967, blz. 193) hierop is, dat dit nauwelijks relevant is, 'what is relevant is how well f_1 approximates f_2 within some range of practical importance'. De fout die door deze benadering wordt gemaakt is afhankelijk van de mate, waarin ρ afwijkt van nul, van de verhouding tussen de waarde van de produktiefactoren en van de overige parameters. De fout is gering als ρ een waarde heeft binnen de grenzen $0 \pm 0,2$ en $K/L = 1 \pm 0,5$ (zie KMENTA, 1967, blz. 186).

De behandeling van de CES functie bleef tot nu toe beperkt tot een functie met twee produktiefactoren. Op simpele wijze is een CES functie te formuleren, waarin meer dan twee produktiefactoren zijn opgenomen, bijvoorbeeld:

$$V = a \left[v F^{-\rho} + \lambda L^{-\rho} + \mu K^{-\rho} + \pi I^{-\rho} \right]^{-r/\rho} \quad (4.26)$$

$$v + \lambda + \mu + \pi = 1$$

De substitutie-elasticiteit is in deze functie echter voor elke combinatie van twee factoren gelijk, dus $\sigma_{FL} = \sigma_{KI} = \text{constant}$. Deze veronderstelling lijkt even a prioristisch als de vooronderstelling van een substitutie-elasticiteit van één in een Cobb-Douglasfunctie. Verschillende functies zijn ontwikkeld waar de gelijkheid van de substitutie-elasticiteit tussen de

produktiefactoren niet wordt voorondersteld. Een overzicht van deze funkties is gegeven door KRELLE (1969, blz. 147-155). Deze funkties leveren evenwel moeilijkheden op bij het schatten van de coëfficiënten.

Door SCHRADER (1973, blz. 26) is een funktie geïntroduceerd, die gekarakteriseerd kan worden als een combinatie van een Cobb-Douglas- en een CES funktie:

$$V = a F^{\nu} I^{\pi} [\delta K^{-\rho} + (1-\delta) L^{-\rho}]^{-r/\rho} \quad (4.27)$$

Verondersteld wordt dat de substitutie-elasticiteit tussen F en I gelijk is aan één, die tussen K en L is weliswaar constant maar kan afwijken van één. Als voorbeeld is gekozen in (4.27) dat de substitutie-elasticiteit tussen K en L mogelijk afwijkt van één. De vraag welke produktiefactoren in het CES-gedeelte worden opgenomen en welke in het Cobb-Douglasgedeelte wordt overgelaten aan het inzicht van de onderzoeker. Eventueel kan systematisch worden onderzocht welke indeling de voorkeur verdient.

De coëfficiënten in de vergelijking (4.27) kunnen onder meer geschat worden na linearisatie volgens de methode van Kmenta met de gewone kleinste kwadratenmethode:

$$\ln V = \ln a + b_1 \ln F + b_2 \ln I + b_3 \ln K + b_4 \ln L - b_5 (\ln K - \ln L)^2 \quad (4.28)$$

waarin:

$$\begin{aligned} b_1 &= \nu \\ b_2 &= \pi \\ b_3 &= r \delta \\ b_4 &= r(1-\delta) \\ b_5 &= \frac{1}{2} r \rho \delta(1-\delta) \end{aligned}$$

De parameters r , δ en ρ zijn hieruit te berekenen.

4.3.3. De iteratieve methode

Een bezwaar van de in de vorige paragraaf beschreven methode is dat bij zekere waarden van ρ en de verhouding tussen produktiefactoren de uitkomsten niet meer betrouwbaar zijn. Bij de iteratieve methode geldt dit bezwaar van onbetrouwbaarheid niet. Wel kunnen zich andere bezwaren of moeilijkheden voordoen. Genoemd worden die met betrekking tot het niet convergeren en het grote aantal iteraties dat nodig kan zijn voordat convergentie optreedt. De methode die door STOL (1975) is ontwikkeld is gebaseerd op de kleinste kwadratenmethode, waarbij linearisatie van het vereffeningsoppervlak plaatsvindt. De oplossingswijze van de normaalvergelijkingen is daarbij echter uitgebreid met een schaalcorrectie-methode waarmee het iteratieproces aanmerkelijk wordt versneld.

4.4. Schatten van de coëfficiënten van een functie met 'variable returns to scale'

Om aan te geven hoe een functie met 'variable returns to scale' kan worden geschat, dient de volgende functie als uitgangspunt:

$$V = a F^{\nu_0 + \nu_1 K/L} L^{\lambda_0 + \lambda_1 K/L} K^{\mu_0 + \mu_1 K/L} I^{\pi_0 + \pi_1 K/L} \quad (4.29)$$

Het schatten van de coëfficiënten kan dan plaatsvinden na overgang op de volgende vergelijking:

$$\begin{aligned} \ln V = \ln a + \nu_0 \ln F + \nu_1 K/L \ln F + \lambda_0 \ln L + \lambda_1 K/L \ln L + \\ + \mu_0 \ln K + \mu_1 K/L \ln K + \pi_0 \ln I + \pi_1 K/L \ln I \end{aligned} \quad (4.30)$$

Het aantal te schatten coëfficiënten wordt ten opzichte van een Cobb-Douglasfunctie zonder 'variable returns to scale' aanmerkelijk uitgebreid. Toepassen van een functie met 'variable returns to scale' is dan ook niet wenselijk indien het aantal waarnemingen gering is.

Zoals in het volgende hoofdstuk zal blijken zijn thans voldoende waarnemingen beschikbaar om een vergelijking van het type als (4.30) te schatten. Welke variabelen in dit type functie nu precies worden opgenomen zal nader worden aangegeven.

5. BASISGEGEVENS EN VARIABELEN

5.1. B e s c h i k b a r e g e g e v e n s

Door het Centraal Bureau voor de Statistiek zijn van het jaar 1971/'72 meer dan 3000 boekhoudingen van landbouwbedrijven in Nederland verzameld. Vooral omdat het ook gaat om een regionale differentiatie in de waarde van de arbeidsbesparing door ruilverkaveling is een groot aantal waarnemingen belangrijk. Dat van deze boekhoudingen toch geen gebruik is gemaakt vindt zijn oorzaak in het volgende:

- de waarde van de gebouwen en machines en werktuigen is niet beschikbaar;
- er zijn thans nog slechts over enkele jaren boekhoudingen beschikbaar;
- na enkele jaren zal de reeks wellicht op andere wijze worden voortgezet.

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van de door het Landbouw-Economisch Instituut (LEI) verzamelde en bewerkte gegevens van landbouwbedrijven over de (oogst)jaren 1968/'69 tot en met 1973/'74. Er wordt naar gestreefd van eenzelfde bedrijf gedurende 5 à 6 jaar een boekhouding te verkrijgen. Van een groot deel van de bedrijven is dan ook over meerdere jaren een boekhouding aanwezig. Onderstaand citaat geeft aan op welke wijze deze bedrijven geselecteerd zijn:

'Vanaf 1967 is de keuze van de bedrijven voor het boekhoudnet volledig gericht op representativiteit voor de Nederlandse landbouw, voor zover het landbouwbedrijven betreft van 5 ha en groter, waarvan de ondernemer van hoofdberoep landbouwer is. Bedrijven met overwegend tuinbouw (waaronder fruitteelt) zijn dus niet in het boekhoudnet opgenomen.

Sinds het boekjaar 1971/'72 zijn alle bedrijven volgens het op steekproef gebaseerde keuzesysteem gekozen. In voorgaande jaren verkeerde het boekhoudnet nog in een overgangsstadium en was nog een deel van de bedrijven gekozen volgens het oude keuzesysteem, waarbij regionale keuzecommissies bestaande uit vertegenwoordigers van bedrijfsleven (Landbouwschap) en overheid (Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst) streefden naar de vorming van regionale groepen van bedrijven, die qua bedrijfstype, bedrijfsvoering, bedrijfsomvang en produktie-omstandigheden representatief geacht werden voor de in hun gebied meest voorkomende bedrijven. In het boekjaar 1970/'71 waren nog 1% van de bedrijven op deze wijze gekozen en in 1969/'70 nog 10%.

De samenstelling van het boekhoudnet wordt behalve door het streven naar representativiteit voor de Nederlandse landbouw ook bepaald door het verkrijgen van betrouwbare gemiddelde uitkomsten van groepen bedrijven, die zijn gevormd op basis van bedrijfsomvang, bedrijfstype en regionale ligging'. (LEI, 1974, blz. 9)

Niet alle bovengenoemde bedrijven, maar alleen de zogenaamde financieringsbedrijven zijn in het onderzoek betrokken. Van deze laatste bedrijven zijn niet alleen meer gegevens beschikbaar, maar is ook een - voor de deflering van belang zijnde - grotere detaillering van de gegevens voor handen.

5.2. Variabelen in de produktiefunctie

Een produktiefunctie is een technische relatie met als variabelen volumina produktiefactoren en volumina produkt. Op een landbouwbedrijf worden een groot aantal soorten produktiemiddelen gebruikt, die elk in verschillende eenheden worden gemeten. Een landbouwbedrijf geeft ook zelden een homogeen produkt. Omdat niet iedere produktiefactor en ieder afzonderlijk produkt kan worden opgenomen vindt aggregatie plaats, en wel via de geldswaarde. Dit impliceert introductie van prijzen in de produktiefunctie. Economische beslissingen worden genomen op basis van technische relaties c.q. de produktiefunctie en prijsrelaties. Economische beslissingen worden problematisch wanneer in de technische relaties ook al prijzen voorkomen. Toch is de overgang op geldswaarden de enige manier om te komen tot een produktiefunctie op hoog aggregatieniveau.

Door HEADY en DILLON (1961, blz. 220) worden de volgende regels voor aggregatie gegeven:

- de produktiemiddelen binnen een variabele vormen zo goed als mogelijk of elkaars substituuut of elkaars complement;
- de onderscheiden produktiefactoren mogen niet elkaars perfecte substituuut of complement vormen.

Onderscheiden van produktiefactoren, die perfect substitueerbaar zijn, heeft geen zin; deze geven eenzelfde produktie-elasticiteit. Perfecte complementariteit van de onderscheiden produktiefactoren brengt correlatie tussen deze factoren met zich mee. Wanneer correlatie tussen de factoren zich voordoet, spreekt men van multicollineariteit (zie JOHNSTON, 1963, blz. 201). De invloed van elk van de variabelen kan dan foutief worden geschat. Voorts gaat het om de hoeveelheid produktiefactoren (de werkeenheden) die verbruikt wordt, en niet om de hoeveelheid produktiefactoren die aanwezig is.

Hoewel de regels van Heady en Dillon enig inzicht geven in het bepalen van de verklarende variabelen blijft de keus toch moeilijk. Perfecte - althans bij benadering - substitutie en complementariteit komt in de werkelijkheid waarschijnlijk vaak voor, maar dan op laag aggregatieniveau van de produktiefactoren. In het voorgaande werd de noodzaak van aggregatie aangegeven.

In de praktijk van het produktiefunctie-onderzoek voor de landbouw wordt vaak de indeling van de produktiefactoren in grond, arbeid en kapitaal (exclusief grond) aangehouden.* De faktor kapitaal wordt in vele gevallen nog onderscheiden in gebouwen, vee en machines en werktuigen (hierna worden machines en werktuigen kortweg aangeduid met machines) of een combinatie van twee van deze componenten.

Vooraf een zinvolle behandeling in dit verband van de non-factor inputs is moeilijk. Voor een groot aantal componenten ervan zoals kunstmest, zaaizaad en pootgoed, veevoeder, brandstof en smeermiddelen en reparaties is een zekere complementariteit met een van de eerder genoemde produktiefactoren onmiskenbaar. Dit pleit voor een samenvoegen met andere produktiefactoren. Anderzijds is er ook sprake van substitueerbaarheid, bijvoorbeeld tussen kunstmest en veevoeder, hetgeen om een aparte produktiefaktor non-factor inputs vraagt.

Een andere mogelijkheid is de non-factor inputs in mindering te brengen op de bruto-opbrengst. Impliciet wordt dan verondersteld dat de marginale produktiviteit van de non-factor inputs gelijk is aan 1. Voor een dergelijke behandeling van de non-factor inputs pleit de als regel hoge correlatie tussen de bruto produktie en de non-factor inputs, alleen al om de reden dat de non-factor inputs een groot 'deel uitmaken' van de bruto-produktie. Bij het als aparte produktiefaktor behandelen wordt dan wel een hoge multiple-correlatie coëfficiënt gevonden, maar het is de vraag of daaraan wel zo veel betekenis mag worden toegekend. Een produktiefunctie met de bruto opbrengst minus non-factor inputs als te verklaren variabele heeft echter als nadeel dat een faktor als de non-factor inputs, die een zo belangrijke bijdrage heeft geleverd (en nog levert) aan de ontwikkeling in de landbouw (zie TOSTLEBE, 1957, blz. 102 e.v.), wordt verstopt. Voorshands zal een funktie worden geschat met de non-factor inputs als zelfstandige produktiefaktor.

*Deze indeling sluit in principe goed aan bij de probleemstelling en uitwerking daarvan in de genoemde toepassingen; aan deze probleemstelling en uitwerking mag uiteraard niet worden voorbijgegaan.

Aansluitend zal per variabele worden aangegeven welke mogelijkheden het beschikbare materiaal biedt en op welke wijze deze zullen worden opgenomen.

5.2.1. Grond en gebouwen

Voor de produktiefaktor grond doen zich verschillende mogelijkheden voor. Zo is het mogelijk de oppervlakte cultuurgrond op te nemen, waarbij dan verondersteld wordt dat elke ha en elke kavel van gelijke kwaliteit is. Enige differentiatie in de produktiecapaciteit van de grond kan worden verkregen door te onderscheiden naar gebieden en bedrijfstypen, hetzij door het opnemen van dummy-variabelen hetzij door het schatten van aparte funkties.

Een gegeven, waarvan verwacht mag worden dat de kwaliteit van de grond erin tot uitdrukking komt, is de pachtwaarde. Bedacht dient evenwel te worden dat deze onder invloed van overheidsaanwijzingen tot stand komt. Door de overheid is voor een aantal grondsoorten een maximale pachtwaarde vastgesteld, waarop een toeslag of aftrek mogelijk is op grond van externe omstandigheden. In de boekhoudingen van het LEI bestaat de pachtwaarde uit berekende en betaalde pacht. Een bezwaar is dat ook de kosten van zaai-klaar gehuurd land daarin zijn begrepen.

In deze boekhoudingen is evenwel de pachtwaarde van de grond samen met de pachtwaarde van de gebouwen opgenomen. Samenvoegen van grond en gebouwen tot één variabele - de pachtwaarde - maakt dat deze variabele alleen bruikbaar is indien de verhouding tussen de pachtwaarde voor grond en voor gebouwen juist is, of indien er volledige correlatie tussen grond en gebouwen bestaat.

Gezien het voorgaande lijkt het gewenst om de faktor grond en gebouwen niet als één faktor op te nemen in de vorm van pachtwaarde. Behalve van de eigenaarsbedrijven zijn echter geen gegevens over de gebouwen aanwezig. Deze bedrijven worden niet voldoende representatief geacht.

Getracht is om - met behulp van regressie-analyse - van de eigenaarsbedrijven de pachtwaarde te verklaren uit de oppervlakte cultuurgrond, de waarde van de bedrijfsgebouwen, de huurwaarde van de woning en dummy-variabelen voor het gebied en de tijd. Dit gaf redelijk betrouwbare en interpreteerbare coëfficiënten en een R^2 van 0,704. Vervolgens werd voor de pachtersbedrijven de waarde van de gebouwen berekend door de pachtwaarde te vermindern met respectievelijk de oppervlakte cultuurgrond, huurwaarde woning en de dummy-variabelen, elk vermenigvuldigd met de betreffende coëfficiënt uit de regressie-analyse voor eigenaarsbedrijven, en vervolgens het verkregen verschil te delen door de gevonden

coëfficiënt voor gebouwen. Voor zover kon worden beoordeeld gaf dit voor het merendeel der bedrijven redelijke waarden voor de gebouwen. Een aantal extreme uitkomsten - sommige mogelijk veroorzaakt doordat in de pachtwaarde ook de huur voor land bestemd voor pootaardappelteelt was opgenomen - deed evenwel besluiten deze uitkomsten niet te gebruiken. Een ander bezwaar tegen het opnemen van de aldus verkregen waarde van de gebouwen is dat de storingsterm, die mogelijk samenhangt met de kwaliteit van de grond, op deze wijze doorwerkt in de waarde van de gebouwen. Daarnaast geldt als bezwaar dat voor de stijging van de bouwkosten niet kan worden gecorrigeerd.

De gebouwen kunnen derhalve niet als aparte produktiefaktor worden opgevoerd. Verondersteld zal worden dat deze factor complementair is aan de hoeveelheid kapitaal of één van de componenten daarvan. Wanneer sprake is van rechtevenredige verandering zijn zowel de coëfficiënten als de 'returns to scale' in het geval van een Cobb-Douglasfunctie niet door het ontbreken van de faktor gebouwen beïnvloed. Alleen zal men de variabele waarmee de gebouwen complementair zijn dan juist dienen te interpreteren. Wanneer echter geen rechtevenredige verandering bestaat, zal de coëfficiënt van de wel opgenomen variabele niet juist worden geschat.

De invloed op de 'returns to scale' is dan afhankelijk van de vraag welk verband er bestaat tussen opgenomen en niet opgenomen variabele. Als de weggelaten variabele meer dan proportioneel varieert met de opgenomen variabele worden de 'returns to scale' overschat, bij minder dan proportionele variatie worden de 'returns to scale' onderschat (zie GRILICHES, 1957, blz. 11 e.v.). Het ontbreken van gegevens over de gebouwen wordt als een belangrijke tekortkoming gezien.*

5.2.2. Arbeid

Zowel het aantal volwaardige arbeidskrachten (VAK's) als de arbeidskosten zijn per bedrijf gegeven. Het aantal VAK's per bedrijf geeft alleen informatie over het aantal arbeidskrachten dat op een bedrijf aanwezig is en niet over de mate waarin deze zijn ingezet. Vooral voor de boer en de meewerkende gezinsleden kan het aantal gewerkte uren per VAK van bedrijf tot bedrijf verschillen. De arbeidskosten zijn gebaseerd op het aantal uren, dat door de boer en meewerkende gezinsleden is gewerkt. Waardering daarvan heeft plaatsgevonden tegen het CAO-loon in de landbouw, inclusief sociale lasten. Voor de

*Na het gereedkomen van deze studie bleek in het produktiefunctie onderzoek voor de nacalculatie van de r.v.k. Linde-Zuid, waarin de waarde van de gebouwen wordt gebaseerd op de schatting t.b.v. de onroerend-goed-belasting, dat de coëfficiënten in een functie waarin de gebouwen resp. wel en niet waren opgenomen (als onderdeel van de faktor kapitaal) slechts geringe verschillen vertoonden. 31

vreemde arbeidskrachten zijn de werkelijke betaalde kosten aangehouden. De arbeidskosten worden geacht beter bruikbaar te zijn dan het aantal VAK's. De arbeidskosten zijn dan ook in het onderzoek opgenomen als variabele.

5.2.3. Kapitaal

Zoals vermeld bestaat kapitaal in dit onderzoek uit vee en machines. In het empirisch onderzoek zijn zowel funkties geschat, waarin vee en machines als één variabele zijn opgenomen - dat wil zeggen dat een zekere mate van complementariteit tussen deze twee produktiemiddelen wordt verondersteld - als funkties waarin vee en machines elk apart zijn opgenomen.

Bij de produktiefaktor kapitaal doen zich bijzondere moeilijkheden voor bij het zoeken naar een maat voor de inzet van deze produktiefaktor. De moeilijkheid vloeit voort uit het feit, dat de levensduur van de samenstellende delen niet gelijk is (vgl. GRILICHES, 1960, blz. 1417).

Wanneer elke component een oneindige levensduur heeft of wanneer de levensduur van alle componenten gelijk is kan de produktiefaktor kapitaal worden opgenomen als een voorraadgrootte. Als de levensduur beperkt is en tevens van verschillende lengte, is het nodig de hoeveelheid diensten te bepalen, die de verschillende bestanddelen leveren. De faktorinzet wordt dan bepaald door de afschrijvingen en het vermogensbeslag.

Gewoonlijk wordt op vee niet afgeschreven. Op machines wordt wel afgeschreven; desondanks wordt verondersteld dat de geleverde diensten gedurende de gehele levensduur gelijk blijven. In de LEI-boekhoudingen wordt elk jaar een vast percentage van de nieuwwaarde afgeschreven. Bij tweedehands machines vindt afschrijving plaats over de aanschafprijs. Het afschrijvingspercentage is gebaseerd op de levensduur. De nieuwwaarde of aanschafprijs gedeeld door de afschrijving geeft de levensduur.

Op verschillende wijzen is in diverse onderzoeken de mate van faktorinzet van kapitaal tot uitdrukking gebracht. Door RASMUSSEN (1962) bijvoorbeeld worden de afschrijvingen in mindering gebracht op de bruto-opbrengst. De variabele kapitaal omvat in dat onderzoek alleen het geïnvesteerde bedrag. Door HOCH (1963, blz. 856 e.v.) is aangegeven dat dit o.a. tot moeilijkheden leidt bij het meten van de marginale produkten en het schatten van de coëfficiënten.

Als maat voor de inzet van het kapitaal zal in dit onderzoek aangehouden worden de nieuwwaarde of aanschafwaarde, vermenigvuldigd met een

annuïteit. De moeilijkheid is bij deze methode een geëigend rentepercentage te vinden. Een keuze over de hoogte van dit percentage blijft bijna altijd arbitrair. In dit onderzoek zal als rentevoet tien procent worden aangehouden. Wanneer de produktiefaktor vee als aparte variabele wordt opgenomen is deze faktor als voorraadgrootte vermeld.

Bij de faktor vee treden voorts moeilijkheden op omdat de waarde ervan op sommige bedrijven gelijk is aan nul. Met name op een aantal bedrijven van het bedrijfstype akkerbouw komt geen vee voor. Bij het schatten van de coëfficiënten na transformatie in logaritmische waarden van de variabelen is de logaritme van nul niet te bepalen. In voorkomende gevallen is de waarde ervan gelijk aan één gesteld.

5.2.4. Non-factor inputs

In deze variabele zijn niet de zogenaamde interne leveringen opgenomen. Wel zijn in deze variabele begrepen brandstoffen en smeermiddelen en het onderhoud van machines. Door sommige onderzoekers worden deze produktiemiddelen bij de faktor kapitaal gevoegd. Als motivering voor opname van het onderhoud onder kapitaal wordt gegeven dat deze niet in één jaar wordt verbruikt; brandstoffen en smeermiddelen worden in deze visie complementair geacht. Ook met andere produktiefactoren (bijvoorbeeld arbeid in verband met de bediening ervan) bestaat echter een zekere mate van complementariteit.

5.2.5. Bruto produktie

Kosten, die recht evenredig variëren met de bruto produktie (bijvoorbeeld veilingkosten) behoeven niet als deel van een verklarende variabele te worden opgenomen, maar kunnen direct in mindering worden gebracht op de bruto produktie. De detaillering van de beschikbare gegevens is niet zo groot dat dergelijke kosten zijn af te zonderen. Ook in de bruto produktie zijn de interne leveringen niet begrepen.

5.3. D e f l e r e n v a n d e v a r i a b e l e n

Het empirisch onderzoek heeft betrekking op de jaren 1968/'69 tot en met 1973/'74. Produktie en grotendeels ook de produktiefactoren zijn niet altijd gewaardeerd tegen dezelfde prijzen. Dit maakt het in vele gevallen noodzakelijk dat gedefleerd wordt, dat wil zeggen dat wordt gecorrigeerd voor veranderingen in de prijs voor zover deze niet veroorzaakt worden door verandering in de kwaliteit. Aan deze laatste beperking is evenwel moeilijk te voldoen.

Omdat de samenstelling van de variabelen van bedrijf tot bedrijf en van jaar tot jaar kan verschillen is het gewenst, dat defleren plaats vindt met gegevens, die zover mogelijk gedesaggregeerd zijn. In bijlage 2 zijn de gebruikte prijsindexcijfers (1968 = 100) vermeld, onderscheiden naar de componenten waaruit de variabelen in de produktiefunctie zijn opgebouwd. Niet van al deze componenten is een prijsindexcijfer bekend. In sommige gevallen is een prijsindexcijfer berekend op basis van weging van prijsindexcijfers van de delen, waaruit de betreffende component bestaat. Deze wegingsfactoren dienden vaak geschat te worden. De wegingsfactoren variëren bovendien soms van gebied tot gebied.

De wijze van defleren van het kapitaal behoeft nog enige toelichting. In de basisgegevens is het vee per categorie tegen een bepaald bedrag gewaardeerd. Defleren heeft plaatsgevonden op basis van het prijsindexcijfer, dat volgt uit de prijsontwikkeling van deze bedragen. De waarde van het vee heeft betrekking op die, voorkomend op de eindbalans.

De waarde van de machines heeft betrekking op die, voorkomend op de beginbalans. In de basisgegevens is de nieuwwaarde van de machines gegeven. Nieuwwaarde betekent in dit geval dat de nieuwwaarde is aangehouden, geldend in het jaar waarin het bedrijf voor het eerst in de LEI-boekhouding werd opgenomen. De bruto investeringen die daarna plaatsvonden zijn tegen aanschafwaarde gewaardeerd. Zowel de nieuwwaarde als de genoemde investeringen zijn gedefleerd. Omdat niet altijd af te leiden is in welk jaar een bedrijf voor het eerst in de LEI-boekhouding is opgenomen, is gerekend dat een bedrijf 5 jaar in de boekhouding aanwezig is. Van een bedrijf, waarvan gegevens over 1968/'69 tot en met 1970/'71 aanwezig zijn, wordt bijvoorbeeld geacht dat de nieuwwaarde betrekking heeft op prijsniveau 1966/'67. Het zonder meer rekenen met de voor die jaren geldende prijsindexcijfers leidt echter tot onjuistheden, omdat tussen het tijdstip van toetreden tot de LEI-boekhouding en 1968/'69 mogelijk nog investeringen zijn gedaan. Op arbitraire wijze zijn de prijsindexcijfers gecorrigeerd door deze naar boven af te ronden. De prijsstijging van machines was over de jaren 1964/'65 - 1968/'69 relatief gering, de gemaakte fout blijft daardoor beperkt.

In bijlage 4 zijn per jaar, gebied en bedrijfstype de gewogen meetkundige gemiddelden van de variabelen vermeld. Daarbij zijn de wegingscoëfficiënten van het L.E.I. gehanteerd.*

*Door ing. J.B.H.M. van Gils (afd. Wiskunde) is een belangrijke bijdrage geleverd bij het bewerken van de gegevens

5.4. Technische vooruitgang

Zoals in par. 3.2 reeds werd vermeld zal op dit punt gesteund worden op het werk van anderen. Door SCHRADER (1973) zijn in een produktiefunctie-onderzoek van de Westduitse landbouw verschillende hypothesen ten aanzien van de vorm van technische vooruitgang getoetst. In dit onderzoek werden met betrekking tot de technische vooruitgang de beste schattingsresultaten verkregen, indien voor elk jaar (behalve het referentiejaar) een dummy-variabele werd opgenomen. Deze methode zal thans worden gevolgd.

Bedacht dient te worden dat in de coëfficiënten voor de onderscheiden jaren naast technische vooruitgang ook weersinvloeden en onvolkomenheden in het defleren terechtkomen.

5.5. Onderscheiding naar bedrijfstype

Gezien het betrekkelijk groot aantal waarnemingen is het mogelijk produktiefuncties voor verschillende bedrijfstypen te schatten. Voor dit onderzoek is de volgende indeling van het LEI, gebaseerd op het percentage standaard-bedrijfseenheden (sbe)* per produktierichting, beschikbaar:

1. tuinbouw < 35% sbe; akkerbouw (incl. tuinbouw) > 70% sbe; noordelijke
zeeklei
2. " ; " > 80% sbe; De Wouden, Veen-
koloniën, noordelijk zand
3. " ; " > 80% sbe; overige gebieden
4. " ; rundveehouderij > 80% sbe
5. " ; gemengd bedrijf, accent
veredeling > 25% sbe
6. " ; gemengd bedrijf, accent
akkerbouw (akkerbouw incl.
tuinbouw) > 40% sbe
7. " ; gemengd bedrijf, accent
weidevee (akkerbouw incl.
tuinbouw) < 40% sbe

Om het aantal schattingen te beperken zijn de eerste drie bedrijfstypen samengevoegd tot het bedrijfstype akkerbouw.

*Een standaardbedrijfseenheid is een maatstaf om aan de hand van grondgebruik en veebezetting de omvang van de produktierichtingen binnen een agrarisch bedrijf en van de omvang van het bedrijf als geheel aan te geven. Het aantal SBE per ha van een gewas of per dier is evenredig met de per ha/dier toegerekende faktorkosten (arbeid, rente en netto-pacht) onder normale productieomstandigheden en bij doelmatige bedrijfsvoering in een basisperiode (L.E.I., 1976, blz. 17)

6. UITKOMSTEN VAN HET PRODUKTIEFUNKTIE-ONDERZOEK

6.1. A l g e m e e n

In dit hoofdstuk worden eerst de uitkomsten van de schattingen van verschillende funktietypen gegeven en in het kort besproken. Daarna wordt op basis van deze uitkomsten bepaald welke funktie en specificatie daarvan zal worden gebruikt voor het waarderen van de vrijkomende arbeid.

In tabel 6.2 tot en met 6.6 zijn per bedrijfstype enige uitkomsten van de schattingen vermeld. De coëfficiënten gelden bij de waarden van de variabelen gedeeld door 100 (met name is dit belangrijk voor het interpreteren van de waarde van de constante a). Bij het schatten van de coëfficiënten is steeds de natuurlijke logaritmie van de variabelen genomen. Voorzover het dummy-variabelen betreft zijn deze in de niet-getransformeerde funktie opgenomen als e -macht. Naast de geschatte waarden van de coëfficiënten zijn een aantal grootheden vermeld, die kunnen bijdragen tot de beoordeling van de uitkomsten. Onder de coëfficiënten zijn tussen haakjes de zogenaamde t -waarden vermeld. Globaal gesproken geldt, dat geconcludeerd mag worden dat bij een betrouwbaarheidsinterval van 95% een coëfficiënt significant van nul afwijkt indien de betreffende t -waarde groter is dan twee. R^2 is de voor het aantal vrijheidsgraden gecorrigeerde determinatiecoëfficiënt. In bijlage 3 zijn de ^{enkelvoudige en} ~~de~~ intercorrelatie-coëfficiënten vermeld.

In alle uitgevoerde regressieberekeningen is voor het schatten van de invloed van een bepaald jaar gewerkt met dummy-variabelen. Daarbij is het jaar 1968/'69 als referentieniveau aangehouden.

Ook is getracht - door middel van het invoeren van dummy-variabelen - een eventueel gebiedseffect te elimineren uit de overige coëfficiënten. De aangehouden gebiedsindeling is een samenvoeging van de 29 gebieden uit het basismateriaal (zie bijlage 1). In tabel 6.1 is het aantal waarnemingen, dat bij het onderzoek is betrokken, per gebied en per bedrijfstype vermeld. In het geval minder dan 50 waarnemingen per gebied van een bedrijfstype beschikbaar waren, zijn deze waarnemingen niet bij het regressie-onderzoek betrokken.

Tabel 6.1. Aantal waarnemingen in het regressie-onderzoek per gebied en bedrijfstype*

Gebied	Bedrijfstype					Indeling in 29 gebieden
	akker- bouw	rundvee- houderij	gem.acc. vere- deling	gem.acc. akker- bouw	gem.acc. rundv.	
1 Noord.zeeklei	192	162	x	80	x	1 t/m 4
2 Noord.veenweide	x	184	x	x	x	5,6
3 NH Droogm. + IJsselmeerpold.	155	135	x	67	x	7,8
4 West. weide	x	307	x	x	x	9 t/m 13
5 Z.W. zeeklei	148	x	x	104	x	14 t/m 16
6 Veenkol. + nrd., oost, centr.zand	244	629	363	164	283	17 t/m 24
7 Zuid. zand	x	175	334	x	185	26,27,28
8 Rivierklei + Z.Limburg	x	81	x	x	56	25,29
Totaal	739	1673	697	415	524	

*een kruisje in de tabel geeft aan, dat van het betreffende gebied en bedrijfstype minder dan 50 waarnemingen beschikbaar zijn

Het aantal waarnemingen in tabel 6.1 heeft betrekking op het totaal over de jaren 1968/'69 tot en met 1973/'74. Voor een verdeling van de waarnemingen over deze jaren wordt verwezen naar bijlage 4.

Om voor elk bedrijfstype eenzelfde referentiegebied te kunnen aanhouden, is hiervoor het gebied Veenkoloniën + noord., oost., en centr. zand gebied gekozen; voor dit gebied zijn voor elk bedrijfstype voldoende waarnemingen aanwezig.

6.2. C o b b - D o u g l a s f u n k t i e s

In eerste instantie zijn voor elk bedrijfstype funkties geschat, waarin voor de faktor kapitaal een variabele vee (K_c) en een variabele machines (K_m) is opgenomen: funktie nummer 1.

Tussen de bedrijfstakken bestaan aanzienlijke verschillen in de waarden van de coëfficiënten. Gewezen wordt op de grote verschillen in de produktie-elasticiteiten van grond en non-factor inputs tussen het bedrijfstype akkerbouw en gem. met accent veredeling. De verschillen weerspiegelen de belangrijkheid van de bijdragen van deze

Tabel 6.2. Regressiecoëfficiënten en (tussen haakjes) t-waarden, som van de coëfficiënten, constant^{*} (ln a) en R² (N = 739)

Variabele	Cobb-Douglas produktiefunctie				CES-functie	Var. Ret. to Scale functie	
	1	2	3	4	5	6	7
1969/'70	-.073 (-3.034)	-.076 (-3.072)	-.068 (-2.973)	-.069 (-2.963)	-.073 (-3.257)	-.068 (-2.918)	-.073 (-3.181)
1970/'71	-.049 (-2.022)	-.048 (-1.927)	-.039 (-1.700)	-.037 (-1.588)	-.045 (-1.992)	-.038 (-1.581)	-.042 (-1.788)
1971/'72	.035 (1.465)	.036 (1.473)	.047 (2.056)	.050 (2.154)	.037 (1.664)	.049 (2.089)	.043 (1.869)
1972/'73	.025 (1.063)	.026 (1.066)	.030 (1.375)	.033 (1.450)	.023 (1.061)	.032 (1.386)	.026 (1.143)
1973/'74	.061 (2.616)	.063 (2.624)	.065 (2.910)	.068 (2.987)	.056 (2.571)	.066 (2.864)	.058 (2.537)
Noord. zeeklei			-.029 (-1.645)	-.046 (-2.564)	-.050 (-2.813)	-.052 (-2.741)	-.063 (-3.477)
Noordh. Droogm. + IJssel- meerpolders			.134 (7.385)	.146 (7.888)	.116 (6.461)	.141 (7.434)	.142 (7.725)
Z.W. zeeklei			.021 (1.265)	.017 (.983)	.005 (.321)	.015 (.836)	.014 (.789)
ln F (grond)	.285 (12.262)	.275 (11.345)	.381 (15.129)	.390 (15.125)	.361 (14.535)	.470 (5.515)	.364 (9.054)
ln L (arbeid)	.107 (5.189)	.057 (2.680)	.096 (4.818)	.059 (2.944)	.088 (4.498)	.036 (.713)	.094 (1.207)
ln K _c (vee)	-.021 (-6.771)		-.016 (-5.300)		-.015 (-4.974)		
ln K _m (machines)	.108 (8.135)		.082 (6.142)		.134 (8.522)		
ln K (vee + machines)		.154 (9.910)		.115 (7.387)		.115 (2.841)	.036 (.564)
ln I (non-factor inputs)	.528 (22.842)	.498 (20.834)	.486 (20.974)	.454 (19.432)	.473 (20.811)	.423 (7.895)	.492 (13.172)
(ln L - ln K _m) ²					.039 (5.913)		
L/F ln F						-.005 (-.833)	
L/F ln L						-.006 (-.650)	
L/F ln K						.000 (.054)	
L/F ln I						.006 (.664)	
K/L ln F							.041 (.732)
K/L ln L							.023 (.202)
K/L ln K							.091 (.719)
K/L ln I							-.064 (-1.406)
Σ coëfficiënten	1.007	.984	1.029	1.018	1.041	zie tabel 6.10	
ln a	2.972	3.148	3.464	3.670	4.374	4.007	3.528
R ²	.899	.891	.908	.904	.913	.904	.908

*De variabelen zijn - voorzover luidend in guldens of ha - gedeeld door 100. De quotiënten L/F en K/L zijn nogmaals gedeeld door 100

Tabel 6.3. Regressiecoëfficiënten en (tussen haakjes) t-waarden, som van de coëfficiënten, constante* (ln a) en R^2 (N = 1673)

Variabele	Cobb-Douglas produktiefunctie				CES-functie	Var. Ret. to Scale functie	
	1	2	3	4	5	6	7
1969/'70	.033 (3.336)	.033 (3.356)	.034 (3.446)	.034 (3.459)	.034 (3.456)	.032 (3.323)	.034 (3.504)
1970/'71	.055 (5.456)	.053 (5.284)	.056 (5.702)	.053 (5.479)	.056 (5.730)	.052 (5.327)	.053 (5.494)
1971/'72	.074 (7.415)	.068 (6.956)	.075 (7.794)	.070 (7.278)	.075 (7.801)	.068 (7.107)	.069 (7.243)
1972/'73	.102 (10.505)	.102 (10.519)	.105 (11.133)	.105 (11.098)	.105 (11.084)	.103 (10.994)	.104 (11.011)
1973/'74	.095 (9.817)	.098 (10.140)	.099 (10.440)	.101 (10.752)	.098 (10.399)	.100 (10.667)	.099 (10.562)
Noord. zeeklei			.076 (7.720)	.078 (7.991)	.074 (7.617)	.077 (7.890)	.079 (8.117)
Noord. veenweide			.044 (4.708)	.038 (4.079)	.042 (4.531)	.039 (4.169)	.038 (4.082)
Noordh. Droogm. + IJssel- meerpolders			.041 (4.010)	.036 (3.470)	.038 (3.624)	.039 (3.742)	.041 (3.920)
West. weide			-.002 (-.271)	.000 (.034)	-.004 (-.500)	.001 (.071)	.003 (.349)
Zuid. zand			-.023 (-2.420)	-.017 (-1.800)	-.025 (-2.651)	-.013 (-1.424)	-.020 (-2.105)
Rivierklei + Z.Limburg			-.022 (-1.702)	-.021 (-1.650)	-.023 (-1.797)	-.019 (-1.512)	-.021 (-1.633)
ln F (grond)	.157 (14.401)	.135 (11.950)	.136 (12.516)	.118 (10.424)	.133 (12.156)	.080 (1.741)	.105 (4.951)
ln L (arbeid)	.092 (7.670)	.103 (8.653)	.083 (6.922)	.094 (7.965)	.083 (6.931)	.224 (4.764)	.195 (3.137)
ln K_c (vee)	.167 (14.697)		.168 (14.904)		.169 (15.058)		
ln K_m (machines)	.053 (9.325)		.048 (8.562)		.055 (8.842)		
ln K (vee + machines)		.230 (18.984)		.222 (18.487)		.235 (7.154)	.168 (2.280)
ln I (non-factor inputs)	.574 (62.510)	.573 (64.195)	.590 (64.761)	.590 (65.916)	.587 (63.853)	.558 (22.333)	.528 (23.571)
$(\ln L - \ln K_m)^2$.010 (2.579)		
L/F ln F						-.003 (-2.446)	
L/F ln L						-.000 (-2.704)	
L/F ln K						-.001 (-.372)	
L/F ln I						.002 (1.288)	
K/L ln F							.025 (.671)
K/L ln L							.264 (1.481)
K/L ln K							-.381 (-2.409)
K/L ln I							.150 (2.988)
Σ coëfficiënten	1.043	1.041	1.025	1.024	1.027	zie tabel 6.10	
ln a	1.714	1.820	1.632	1.758	2.244	1.203	1.575
R^2	.946	.947	.949	.950	.950	.950	.950

*De variabelen zijn - voorzover luidend in guldens of ha - gedeeld door 100. De quotiënten L/F en K/L zijn nogmaals gedeeld door 100

Bedrijfstype: Gem. acc. Veredeling

Tabel 6.4. Regressiecoëfficiënten en (tussen haakjes) t-waarden, som van de coëfficiënten, constante* (ln a) en R² (N = 697)

Variabele	Cobb-Douglas produktiefunctie				CES-functie	Var. Ret. to Scale functie	
	1	2	3	4	5	6	7
1969/'70	.063 (4.307)	.061 (4.286)	.064 (4.397)	.062 (4.374)	.064 (4.427)	.062 (4.444)	.064 (4.598)
1970/'71	.026 (1.745)	.025 (1.716)	.028 (1.891)	.027 (1.858)	.029 (1.946)	.023 (1.591)	.027 (1.947)
1971/'72	.057 (3.860)	.052 (3.626)	.058 (3.975)	.054 (3.737)	.059 (4.026)	.050 (3.551)	.054 (3.858)
1972/'73	.144 (9.880)	.138 (9.620)	.147 (10.110)	.140 (9.830)	.148 (10.132)	.136 (9.659)	.139 (9.886)
1973/'74	.094 (6.371)	.087 (6.000)	.096 (6.560)	.089 (6.184)	.097 (6.591)	.088 (6.172)	.089 (6.268)
Zuid. zand			.029 (3.615)	.026 (3.302)	.029 (3.515)	.026 (3.239)	.029 (3.627)
ln F (grond)	.025 (1.801)	.001 (.036)	.020 (1.397)	-.003 (-.236)	.018 (1.297)	.114 (2.502)	-.028 (-1.075)
ln L (arbeid)	.114 (6.412)	.107 (6.306)	.116 (6.568)	.109 (6.460)	.117 (6.604)	.194 (3.823)	.398 (5.040)
ln K _c (vee)	.063 (5.617)		.064 (5.747)		.065 (5.783)		
ln K _m (machines)	.049 (5.940)		.050 (6.132)		.052 (6.163)		
ln K (vee + machines)		.172 (9.858)		.172 (9.909)		.0486 (1.169)	-.081 (-1.876)
ln I (non-factor inputs)	.763 (74.940)	.736 (67.423)	.760 (75.018)	.734 (67.662)	.758 (72.671)	.775 (25.608)	.641 (25.149)
(ln L - ln K _m) ²					.005 (.724)		
L/F ln F						-.006 (-3.544)	
L/F ln L						-.005 (-3.598)	
L/F ln K						.007 (3.259)	
L/F ln I						-.002 (-1.502)	
K/L ln F							.051 (.960)
K/L ln L							.833 (3.908)
K/L ln K							-.919 (-4.787)
K/L ln I							.211 (3.775)
Σ coëfficiënten	1.014	1.016	1.010	1.012	1.010	zie tabel 6.10	
ln a	.863	.822	.836	.803	1.615	.878	.268
R ²	.956	.958	.957	.959	.957	.960	.961

*De variabelen zijn - voorzover luidend in guldens of ha - gedeeld door 100. De quotiënten L/F en K/L zijn nogmaals gedeeld door 100

Tabel 6.5. Regressiecoëfficiënten en (tussen haakjes) t-waarden, som van de coëfficiënten, constante* (ln a) en R² (N = 415)

Variabele	Cobb-Douglas produktiefunctie				CES-functie	Var. Ret. to Scale functie	
	1	2	3	4	5	6	7
1969/'70	-.028 (-1.303)	-.029 (-1.358)	-.029 (-1.331)	-.029 (-1.363)	-.030 (-1.412)	-.026 (-1.231)	-.028 (-1.294)
1970/'71	.015 (.680)	.014 (.629)	.014 (.633)	.013 (.579)	.011 (.489)	.015 (.693)	.015 (.676)
1971/'72	.064 (2.887)	.062 (2.849)	.065 (2.930)	.063 (2.896)	.062 (2.767)	.066 (2.976)	.066 (2.978)
1972/'73	.058 (2.577)	.055 (2.496)	.061 (2.725)	.058 (2.605)	.059 (2.620)	.059 (2.640)	.061 (2.735)
1973/'74	.058 (2.443)	.055 (2.350)	.062 (2.600)	.058 (2.483)	.058 (2.420)	.061 (2.618)	.063 (2.637)
Noord. zeeklei			.006 (.285)	-.004 (-.208)	.000 (.014)	.002 (.118)	-.001 (-.075)
Noordh. Droogm. + IJssel- meerpolders			.032 (1.564)	.016 (.812)	.025 (1.184)	.012 (.555)	.019 (.910)
Z.W. zeeklei			-.015 (-.880)	-.031 (-1.742)	-.020 (-1.112)	-.030 (-1.714)	-.033 (-1.868)
ln F (grond)	.104 (4.539)	.097 (4.285)	.106 (4.364)	.092 (3.787)	.095 (3.787)	.061 (.646)	.150 (3.541)
ln L (arbeid)	.157 (6.378)	.141 (5.695)	.155 (6.170)	.134 (5.320)	.146 (5.653)	.201 (2.144)	.261 (1.921)
ln K _c (vee)	.024 (2.329)		.027 (2.652)		.029 (2.789)		
ln K _m (machines)	.099 (7.889)		.099 (7.137)		.118 (6.228)		
ln K (vee + machines)		.170 (8.834)		.182 (8.221)		.085 (1.272)	.062 (.510)
ln I (non-factor inputs)	.586 (23.303)	.557 (22.175)	.574 (22.227)	.547 (21.452)	.572 (22.154)	.626 (9.859)	.527 (8.841)
(ln L - ln K _m) ²					.011 (1.497)		
L/F ln F						-.003 (-.669)	
L/F ln L						-.001 (-.203)	
L/F ln K						.009 (1.569)	
L/F ln I						-.008 (-1.376)	
K/L ln F							-.133 (-1.637)
K/L ln L							.324 (.740)
K/L ln K							-.339 (-.746)
K/L ln I							.042 (.336)
Σ coëfficiënten	.970	.965	.961	.955	.960	zie tabel 6.10	
ln a	1.928	1.954	2.000	2.000	3.223	1.615	1.781
R ²	.933	.935	.934	.935	.934	.936	.936

*De variabelen zijn - voorzover luidend in guldens of ha - gedeeld door 100. De quotiënten L/F en K/L zijn nogmaals gedeeld door 100

Tabel 6.6. Regressiecoëfficiënten en (tussen haakjes) t-waarden, som van de coëfficiënten, constante* (ln a) en R² (N = 524)

Variabele	Cobb-Douglas produktiefunctie				CES-functie	Var. Ret. to Scale functie	
	1	2	3	4	5	6	7
1969/'70	.021 (1.373)	.018 (1.220)	.019 (1.246)	.016 (1.120)	.018 (1.193)	.015 (1.023)	.016 (1.134)
1970/'71	.030 (1.876)	.028 (1.823)	.027 (1.728)	.028 (1.696)	.028 (1.820)	.024 (1.594)	.024 (1.630)
1971/'72	.050 (3.052)	.043 (2.746)	.044 (2.692)	.039 (2.461)	.045 (2.770)	.037 (2.346)	.035 (2.222)
1972/'73	.096 (5.653)	.093 (5.680)	.092 (5.494)	.090 (5.542)	.091 (5.474)	.090 (5.481)	.088 (5.488)
1973/'74	.069 (3.984)	.065 (3.860)	.064 (3.722)	.061 (3.618)	.062 (3.601)	.059 (3.515)	.063 (3.778)
Zuid. zand			.017 (1.632)	.015 (1.473)	.012 (1.146)	.018 (1.734)	.016 (1.650)
Rivierklei + Z.Limburg			.051 (3.198)	.046 (2.970)	.053 (3.329)	.048 (3.066)	.052 (3.351)
ln F (grond)	.154 (9.256)	.118 (7.002)	.154 (9.335)	.120 (7.152)	.156 (9.583)	.205 (3.028)	.230 (7.089)
ln L (arbeid)	.063 (3.123)	.065 (3.348)	.068 (3.393)	.068 (3.547)	.072 (3.587)	.085 (1.136)	.369 (3.187)
ln K _c (vee)	.064 (4.413)		.055 (3.748)		.052 (3.585)		
ln K _m (machines)	.039 (3.900)		.037 (3.697)		.040 (4.074)		
ln K (vee + machines)		.163 (8.309)		.153 (7.727)		.094 (1.687)	-.173 (-1.307)
ln I (non-factor inputs)	.678 (44.372)	.650 (43.309)	.686 (44.547)	.656 (43.313)	.686 (45.103)	.660 (14.570)	.647 (22.310)
(ln L - ln K _m) ²					.030 (3.656)		
L/F ln F						-.003 (-1.308)	
K/F ln L						-.004 (-1.596)	
L/F ln K						0.040 (1.151)	
L/F ln F						-0.001 (-.051)	
K/L ln F							-.258 (-3.835)
K/L ln L							.525 (1.559)
K/L ln K							-.499 (-1.693)
K/L ln I							.045 (.795)
Σ coëfficiënten	.998	.996	1.000	.997	1.006	zie tabel 6.10	
ln a	1.915	1.820	1.893	1.804	2.393	2.066	1.355
R ²	.949	.953	.951	.953	.952	.954	.955

*De variabelen zijn - voorzover luidend in guldens of ha - gedeeld door 100. De quotiënten L/F en K/L zijn nogmaals gedeeld door 100

produktiefactoren. Daar de som van de produktie-elasticiteiten steeds in de buurt van één ligt, kan een hoge waarde van de ene produktie-elasticiteit slechts ten koste gaan van de waarde van de andere. De gevonden verschillen in waarden van de coëfficiënten lijken overigens de onderscheiding naar bedrijfstypen te rechtvaardigen.

Behalve de produktie-elasticiteiten van grond voor het bedrijfstype veredeling wijken deze alle significant af van nul (gegeven de voorwaarden in par. 6.1 genoemd, zoals hierna steeds zal worden aangenomen). Ook is R^2 steeds erg hoog.

Een niet acceptabele waarde heeft de produktie-elasticiteit voor vee voor het bedrijfstype akkerbouw. Met name in een marginale beschouwing is een negatieve produktie-elasticiteit moeilijk te interpreteren. Het marginale produkt van de betreffende produktiefactor is dan negatief (zie par. 3.3.1). Onderzocht is of door het toevoegen van de variabele '% grasland', de coëfficiënt voor vee voor het bedrijfstype akkerbouw verandert. Evenals in het onderzoek van GRILICHES (1963, variabele is % veehouderijprodukten) en SCHRADER (1971) heeft deze coëfficiënt een negatieve waarde (-0.007, t-waarde -6.941). De produktie-elasticiteit voor vee verandert weliswaar, maar deze blijft negatief (-0.004, t-waarde -1.313).

Door GRILICHES (1957, blz. 18) is aangetoond dat negatieve coëfficiënten vooral zullen voorkomen bij variabelen waarvan de bijdrage aan de produktie betrekkelijk gering is. Dit is voor de variabele vee op akkerbouwbedrijven het geval, zoals onder par. 5.2.3 werd aangegeven. Doordat door gebreken in de aggregatie de, wat genoemd wordt, covariantiecorrectie vrij groot en negatief kan zijn, kan in het geval de bijdrage van de factor klein is, de betreffende geschatte coëfficiënt negatief worden.

De waarde van de coëfficiënten voor de onderscheiden jaren zijn niet alle significant afwijkend van nul. De cijfers zijn in het algemeen wel te interpreteren, met name de grotere waarden. Een verdere bespreking zal in het volgende hoofdstuk plaatsvinden in samenhang met een bespreking van de marginale produktiviteiten.

In een volgende ronde (functie nr. 2) zijn vee en machines als één variabele beschouwd. De produktie-elasticiteiten van deze nieuwe variabele zijn steeds groter dan de som van de produktie-elasticiteiten van vee en van machines uit de vorige ronde, zij het voor de verschillende bedrijfstypen niet in dezelfde mate. Daar de som van alle produktie-elasticiteiten weinig is veranderd, zijn de produktie-elasticiteiten van de overige variabelen als regel lager. Met name is dit het geval voor de produktie-elasticiteit van arbeid voor het bedrijfstype akkerbouw.

Een hogere waarde van de produktie-elasticiteit voor de variabele vee + machines dan de som van de produktie-elasticiteit van de variabele vee en de variabele machines kan worden verklaard uit de verandering in de samenstelling van de variabele vee + machines bij veranderingen van de waarde van deze variabele. De produktie-elasticiteit van de variabele vee + machines is in theorie gelijk aan de som van de produktie-elasticiteit van de variabele vee en de variabele machines elk vermenigvuldigd met de procentuele toeneming van de betreffende variabele bij een toeneming van de variabele vee + machine van 1% (zie RASMUSSEN, 1962, blz. 46 en GRILICHES, 1957).

In de volgende ronde zijn aan deze variabelen nog dummy-variabelen toegevoegd voor de onderscheiden gebieden (functies nr. 3 en 4). Deze toevoeging is niet voor alle bedrijfstypen en gebieden even zinvol; de coëfficiënten wijken van een groot aantal gebieden niet significant af van nul. In het oog springend is de vrij hoge waarde van de coëfficiënt voor de Noordhollandse Droogmakerijen + IJsselmeerpolders voor het bedrijfstype akkerbouw. De coëfficiënt geeft aan dat voor dit gebied een produkt wordt verkregen, dat ruim 13% hoger ligt dan in het referentiegebied bij eenzelfde hoeveelheid produktiefactoren.

De definitie van de variabelen houdt in dat ook verschillen in kwaliteit van de produktiefactoren in deze coëfficiënt tot uitdrukking kan komen. Zo zal voor het genoemde gebied de vruchtbaarheid van de grond en de goede verkaveling en ontsluiting van invloed zijn op de waarde van de coëfficiënt. Daarnaast kan een betere opleiding van de boeren in dit gebied, die een selectie vormen uit de boeren in Nederland, een rol spelen.

Om de vraag te beantwoorden of het zinvol is geweest om de dummy-variabelen voor de gebieden toe te voegen kan een F-toets worden toegepast. Getoetst wordt of functie 4 significant afwijkt van functie 2. In onderstaande tabel zijn de berekende F-waarden en de F-waarden van de tabel (bij een onbetrouwbaarheid van 1%) gegeven.

Tabel 6.7. F-waarden per bedrijfstype (functie 4 ten opzichte van 2)

Bedrijfstype	F-waarden	
	berekend	volgens tabel*
Akkerbouw	33.90	3.82
Rundveehouderij	16.14	2.82
Gem. acc. veredeling	10.91	6.68
Gem. acc. akkerbouw	2.06	3.83
Gem. acc. rundveehouderij	4.68	4.65

*zie SNEDECOR and COCHRANE, 1968, blz. 560-563

Behalve voor het bedrijfstype gemengd met accent akkerbouw is het volgens deze toets zinvol geweest de dummy-variabelen voor gebieden toe te voegen.

Een verandering in de produktie-elasticiteiten door toevoeging van de dummy-variabelen voor gebieden doet zich vooral voor bij het bedrijfstype akkerbouw. Daar verandert met name de produktie-elasticiteit voor grond aanzienlijk. Onderzoek is gedaan naar mogelijke redenen van deze grote verandering. Een mogelijkheid is dat in de funktie zonder dummy-variabelen voor gebieden, de waarde van de residuen in het algemeen kleiner is voor gebieden met een relatief grote gemiddelde oppervlakte cultuurgrond. Gegevens hierover zijn vermeld in tabel 6.8.

Tabel 6.8. Gemiddelde waarde (ongewogen) van het residu* en van de oppervlakte cultuurgrond per gebied voor het bedrijfstype akkerbouw

Gebied	Residu	Opp. cultuurgrond in ha
Noord. zeeklei	-0.0397	53.09
Noordh. Droogmaker. + IJsselmeerpolders	0.0847	31.49
Z.W. zeeklei	-0.0062	32.34
Veenkol. + noord., oost., centr. zand	-0.0212	31.31

*volgens funktie nr. 2

Inderdaad is in het Noordelijk zeekleigebied, met de hoogste gemiddelde oppervlakte per bedrijf, het gemiddelde residu het laagst. De vraag is nu in hoeverre de coëfficiënt voor grond beïnvloed is door het betrekkelijk geringe aantal waarnemingen van qua oppervlakte grote bedrijven in de overige gebieden.

Voorts wordt opgemerkt dat de negatieve waarde van de produktie-elasticiteit van vee voor het bedrijfstype akkerbouw door het invoeren van dummy-variabelen voor gebieden is gebleven en dat voor het bedrijfstype gemengd met accent op veredeling de produktie-elasticiteit voor grond nu negatief is (funktie nr. 4).

6.3. C E S - p r o d u k t i e f u n k t i e s

Door SCHRADER (1971) zijn voor West-Duitsland verschillende veronderstellingen ten aanzien van de substitutie van produktiefactoren getoetst. Achter-

eenvolgens is in verschillende CES-funkties de substitutie-elasticiteit geschat tussen de produktiefactoren:

- kapitaal (in de vorm van machines en gebouwen) en arbeid
- non-factor inputs en arbeid
- grond en arbeid
- grond en non-factor inputs

Slechts de eerstgenoemde combinatie leidde tot een substitutie-elasticiteit, die met een hoge mate van betrouwbaarheid afwijkt van één. Om het aantal schattingen te beperken zal in dit onderzoek alleen worden getracht inzicht te krijgen in de substitutie-elasticiteit tussen arbeid en kapitaal belichaamd in machines.

Zoals in par. 4.3.2 werd vermeld is bij toepassing van de methode van Kmenta de fout, die wordt gemaakt, geringer naarmate de verhouding tussen de (CES)-variabelen de waarde één dichter nadert. Door verschillende onderzoekers zijn daarom deze variabelen zodanig getransformeerd dat aan de genoemde verhouding beter wordt voldaan. In dit onderzoek zal - evenals door Schrader - als CES-variabele worden gebruikt de oorspronkelijke waarde van de variabele gedeeld door het meetkundig gemiddelde van de waarnemingen van de betreffende variabele. Bedacht dient te worden dat deze transformatie de waarde van de efficiency-parameter en van de distributieparameter beïnvloedt.

De volgende CES-functie is geschat (niet vermeld zijn dummy-variabelen, tijdaanduidingen en storingstermen):

$$\ln V_h = \ln a + b_1 \ln F_h + b_2 \ln L_h^* + b_3 \ln K_{ch} + b_4 \ln K_{mh}^* + b_5 \ln I_h + b_6 (\ln L_h^* - \ln K_{mh}^*)^2 \quad (6.1)$$

waarin: V_h = produktie van bedrijf h
 F = oppervlakte cultuurgrond
 K_c = waarde vee
 I = non-factor inputs
 L = arbeid
 $\ln L_h^* = \ln L_h - (\sum_{h=1}^H \ln L_h) / H$
 K_m = kosten machines
 $\ln K_{mh}^* = \ln K_{mh} - (\sum_{h=1}^H \ln K_{mh}) / H$

De uitkomsten van schattingen van deze CES-functie zijn in de tabellen 6.2 tot 6.6 vermeld onder functie nr. 5.

In het algemeen wijken de waarden van de 'Cobb-Douglas-variabelen' niet veel af van de vergelijkbare waarden in Cobb-Douglas functies. Dit geldt ook voor de getransformeerde variabelen. De coëfficiënt voor vee op de akkerbouwbedrijven is nog steeds negatief. Behalve voor de bedrijfstypen gemengd met accent veredeling en accent akkerbouw wijkt de coëfficiënt van de variabele $(\ln L^* - \ln K_m^*)^2$ significant af van nul.

Aan de hand van de geschatte coëfficiënten kunnen nu de substitutieparameter en de substitutie-elasticiteit worden berekend.

Tabel 6.9. Substitutie-parameter en substitutie-elasticiteit tussen machines en arbeid

Bedrijfstype	Substitutieparameter (ρ)*	Substitutie-elasticiteit (σ)**
Akkerbouw	1.477	
Rundveehouderij	.581	2.387
Gem. acc. veredeling	.294	1.417
Gem. acc. akkerbouw	.328	1.488
Gem. acc. rundveehouderij	2.292	

* zie voor wijze van berekening par. 4.3.2

**zie voor wijze van berekening par. 3.3.2 (in verband met verandering van teken - vergelijk verg. (4.25) met (6.1) - te berekenen als $1/(1-\rho)$)

De substitutie-parameter voor akkerbouw en gemengd accent rundveehouderij is zo hoog dat daaruit een negatieve substitutie-elasticiteit zou voortvloeien. In feite duidt een dergelijke waarde van een substitutie-parameter er op dat de isoquant niet convex naar de oorsprong verloopt (zie ARROW c.s., 1961, blz. 231).

Bovendien zijn de substitutie-parameters van deze bedrijfstypen en ook die van het bedrijfstype rundveehouderij zo hoog dat, gezien de grenzen genoemd in par. 4.3.2, aan de betrouwbaarheid ervan kan worden getwijfeld.

Gelet op de resultaten is de standaardafwijking van de substitutieparameter niet berekend en ook is een herschatting van de efficiency-parameter en van de distributie-parameter achterwege gebleven.

Getracht is om via de iteratieve methode een betrouwbaardere schatting te krijgen van de CES-functie. Daartoe zijn, in eerste instantie, voor het bedrijfstype akkerbouw, met het model en programma voor niet-lineaire vereffening van STOL (1975) de coëfficiënten in de volgende vergelijking geschat*:

$$V_h = a F_h^v I_h^\pi K_{vh}^\mu \left[\delta L_h^\rho + (1-\delta) K_{mh}^\rho \right]^{r/\rho} \quad (6.2)$$

Dummy-variabelen voor jaar en gebied alsmede tijdaanduidingen en storingsterm zijn niet vermeld.

De uitkomsten van de schatting zijn de volgende (achter de waarden van de coëfficiënten zijn de t-waarden geplaatst, welke gebaseerd zijn op de lineaire benadering van het vereffeningsoppervlak in het eindpunt van het iteratie-proces):

$$\begin{aligned} a &= .984 \quad (7,95) \\ v &= .405 \quad (17,37) \\ \mu &= .0 \\ \pi &= .426 \quad (20,29) & R^2 &= .899 \\ \delta &= .200 \quad (1,79) \\ \rho &= .964 \quad (1,25) \\ r/\rho &= .208 \quad (1,24) \end{aligned}$$

De coëfficiënten voor de jaren en de gebieden, dus die van de dummy-variabelen - die hier overigens niet vermeld zijn -, behouden hetzelfde teken en dezelfde orde van grootte als in tabel 6.2. Omdat ook bij deze schatting μ negatief werd is deze na een aantal iteraties op nul gesteld.

Thans is vooral interessant de vraag welke waarde de substitutie-parameter aanneemt en welke waarde voor de substitutie-elasticiteit daaruit is af te leiden. De substitutie-parameter (ρ) heeft in deze schatting een economisch interpreteerbare waarde (< 1), doch wijkt bij de gestelde betrouwbaarheidsgrenzen niet significant af van nul (t-waarde < 2). De hoge waarde van de substitutie-parameter zorgt ervoor dat de substitutie-elasticiteit eveneens een hoge waarde krijgt (circa 27). Deze waarde is zodanig hoog dat aan de betrouwbaarheid ervan moet worden getwijfeld.

*De schatting is uitgevoerd door dr.ir.Stol (afd. Wiskunde)

6.4. 'Variable returns to scale' produktiefunkties

Van dit type produktiefunctie zijn de volgende varianten geschat:

$$V = a F^{\nu_1 + \nu_2 L/F} L^{\lambda_1 + \lambda_2 L/F} K^{\mu_1 + \mu_2 L/F} I^{\pi_1 + \pi_2 L/F} \quad (6.3)$$

en

$$V = a F^{\nu_1 + \nu_2 K/L} L^{\lambda_1 + \lambda_2 K/L} K^{\mu_1 + \mu_2 K/L} I^{\pi_1 + \pi_2 K/L} \quad (6.4)$$

Verondersteld wordt dat in (6.3) en (6.4) de exponenten $(\nu_1 + \nu_2 L/F)$ enz. en ook de 'returns to scale' een lineaire functie zijn van respectievelijk de man/land verhouding en de verhouding kapitaal/arbeid. De uitkomsten van deze schattingen zijn vermeld in de tabellen 6.2 tot en met 6.6 onder funktienummer 6 en 7. De waarden van L/F en K/L zijn bij de schattingsprocedure met 0,01 vermenigvuldigd om - gegeven het aantal cijfers achter de komma (5) in het beschikbare computerprogramma - coëfficiënten te verkrijgen die van een redelijke orde van grootte zijn. In tabel 6.10 is aangegeven tot welke exponenten en 'returns to scale' dit leidt bij gemiddelde (ongewogen) waarden van respectievelijk L , F en K (zo nodig gedefleerd) over de gehele waarnemingsperiode.

De schattingen vermeld in tabel 6.10 verschillen vaak in belangrijke mate van die verkregen met schattingen volgens functie nr. 4 (de functies nr. 6 en 7 zijn eigenlijk een uitbouw van functie nr. 4). De verschillen zullen niet alle genoemd worden. Gewezen wordt op de systematische hogere waarde van de exponent van arbeid en de systematisch lagere waarde van de exponent van K in de schatting, waarin de exponent een functie is van de kapitaal/arbeid verhouding. Hoewel de som van de exponenten verschilt van die geschat volgens functie 4, is geen sprake van een systematische afwijking. De afwijkingen kunnen evenwel beïnvloed zijn door de wijze van berekenen van het gemiddelde voor de man/land verhouding en de kapitaal/arbeid verhouding. Ook de exponenten afzonderlijk worden uiteraard door dit gemiddelde beïnvloed.

Tabel 6.10. Exponenten en 'returns to scale' bij gemiddelde waarden van de man/land verhouding (L/F) en de verhouding kapitaal/arbeid (K/L) in een 'variable returns to scale' produktiefunctie - zie (6.3) en (6.4) - per bedrijfstype

Bedrijfstype	Exponenten van				Som van exponenten
	grond	arbeid	kapi- taal	non-factor inputs	
Exponenten zijn een functie van L/F					
Akkerbouw	.445*	.004	.117	.455	1.021
Rundveehouderij	.040	.224	.226	.584	1.074
Gem. acc. veredeling	.008	.103	.167	.735	1.013
Gem. acc. akkerbouw	.037	.191	.167	.558	.953
Gem. acc. rundveehouderij	.162	.037	.146	.658	1.003
Exponenten zijn een functie van K/L					
Akkerbouw	.364	.094	.037	.492	.987
Rundveehouderij	.105	.196	.166	.528	.995
Gem. acc. veredeling	-.027	.419	-.105	.646	.933
Gem. acc. akkerbouw	.149	.262	.061	.527	.999
Gem. acc. rundveehouderij	.223	.384	-.187	.648	1.068

*berekend als $v_1 + v_2 L/F$ of in dit geval: .47031 - .00452 L/F

Uit tabel 6.11 kan de gevoeligheid van de som van de exponenten (de 'returns to scale') voor veranderingen in de man/land verhouding en de kapitaal/arbeid verhouding worden afgelezen. De som van de exponenten is niet alleen berekend bij het gemiddelde van de man/land verhouding en de kapitaal/arbeid verhouding, maar ook voor het geval deze verhoudingen respectievelijk de helft en twee maal dit gemiddelde bedragen.

Tabel 6.11. Gevoeligheid van som van de exponenten voor de verhouding man/land (L/F) en de verhouding kapitaal/arbeid (K/L)

Bedrijfstype	Som van de exponenten in functie met					
	L/F			K/L		
	0,5 x gemiddelde	gemid- deld*	2 x gemiddelde	0,5 x gemiddelde	gemid- deld	2 x gemidd.
Akkerbouw	1.032	1.021	.996	.987	.987	.988
Rundveehouderij	1.086	1.074	1.048	.995	.995	.996
Gem. acc. veredel.	1.072	1.013	.893	.932	.933	.939
Gem. acc. akkerb.	.963	.953	.931	1.000	.999	.999
Gem. acc. rundveeh.	1.023	1.003	.962	1.070	1.068	1.062

*zie tabel 6.10

Volgens deze berekeningen is de som van de exponenten nauwelijks gevoelig voor verandering in de verhouding kapitaal/arbeid. Bij een functie met in de exponent de man/land verhouding is met name voor het bedrijfstype veredeling de gevoeligheid voor een verandering in deze verhouding aanwezig. Overigens geldt voor alle bedrijfstypen dat de 'returns to scale' groter zijn bij lagere dan bij hogere waarden van de man/land verhouding; een uitkomst die plausibel is.

De in bovenstaande tabellen gegeven cijfers zijn niet anders bedoeld dan als een demonstratie van de mogelijkheden van deze functies. De geschatte coëfficiënten zijn vaak in hoge mate onbetrouwbaar, in vele gevallen is er sprake van een zeer hoge correlatie tussen de verklarende variabelen van deze functies (zie bijlage 3). Er zal dan ook geen verdere poging worden gedaan de uitkomsten te interpreteren. Een systematische voortzetting van het regressie-onderzoek is nodig om tot zinvolle resultaten te komen met functies van dit type.

7. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Zowel in een groeimodel dat ontwikkeld is ten behoeve van evaluatie van landinrichtingsplannen als voor het bepalen van rekenprijzen van arbeid op landbouwbedrijven wordt een produktiefunctie toegepast. Om ten behoeve van deze toepassingen aanbevelingen te kunnen doen, met name ten aanzien van de vorm van de te gebruiken produktiefunctie, is dit onderzoek verricht.

Bij de behandeling van de theorie van de produktiefunctie is veel aandacht besteed aan het begrip ^{substitutie} ~~situatie~~-elasticiteit. Dit omdat verondersteld wordt dat substitutie tussen produktiefactoren een belangrijke rol speelt. Op basis van de grootte substitutie-elasticiteit is een indeling te maken van de verschillende typen produktiefuncties.

In het empirisch gedeelte zijn produktiefuncties geschat van het Cobb-Douglastype, van het CES-type en met 'variable returns to scale'. Bij het CES-type is een substitutie-elasticiteit mogelijk voor de produktiefactoren arbeid en machines die eventueel ongelijk is aan één.

De functies zijn geschat in een combinatie van cross-section- en tijdreeksonderzoek met gegevens van landbouwbedrijven over de jaren 1968/'69 tot en met 1973/'74 welke door het Landbouw-Economisch Instituut beschikbaar zijn gesteld. Bij de indeling van de produktiefactoren zijn de eisen, die vanuit de toepassingen daaraan gesteld worden in aanmerking genomen. Omdat gegevens

over de bedrijfsgebouwen niet voorhanden zijn, kon de produktiefaktor gebouwen niet worden opgenomen bij de schatting van de coëfficiënten van de produktiefunctie. De functies zijn voor elk van de onderscheiden bedrijfstypen geschat.

Om de vraag te beantwoorden welke functie het meest geschikt is voor toepassing in het groeimodel en bij het bepalen van de rekenprijs zijn een aantal criteria te geven. Deze functie zal coëfficiënten dienen te geven die:

- in overeenstemming zijn met de gegeven economische concepties; in het bijzonder kan worden genoemd dat de produktie-elasticiteit positief dient te zijn;
- voldoen aan eisen van statistische aard, waaronder die ten aanzien van de t-waarde.

Ten aanzien van de functie met 'variable returns to scale' is het duidelijk dat deze thans nog niet voor toepassing geschikt is. Nog onduidelijk is welke variabele op grond van economische en statistische overwegingen opgenomen dient te worden om de variabiliteit in de 'returns to scale' aan te geven. De geschatte functies van dit type functie geven veelal meerdere coëfficiënten die onbetrouwbaar zijn.

De CES-functie - na linearisatie geschat volgens de gewone kleinste kwadraten methode - geeft niet alleen een negatieve coëfficiënt voor vee (voor het bedrijfstype akkerbouw), maar ook is voor een aantal bedrijfstypen de substitutie-parameter zo hoog dat op economische gronden aan de betrouwbaarheid ervan mag worden getwijfeld ($\rho > 1$) en/of om statistische redenen de betrouwbaarheid onvoldoende mag worden geacht ($\rho > 0,2$).

Voor het bedrijfstype akkerbouw is deze CES-functie ook geschat met de methode voor Niet-Lineaire Vereffening die door Stol is ontwikkeld. Deze schatting levert weliswaar een substitutie-parameter op die economisch interpreteerbaar is - zij het dat de waarde van de bijbehorende substitutie-elasticiteit wel zeer hoog is - maar deze wijkt niet significant af van nul.

Ten aanzien van de Cobb-Douglas funkties geldt dat funkties waarin vee en machines als aparte variabelen zijn opgenomen deze voor het bedrijfstype akkerbouw een negatieve produktie-elasticiteit voor vee geven. Cobb-Douglas funkties waarin dummy-variabelen voor gebieden zijn opgenomen geven voor het bedrijfstype gemengd accent veredeling een negatieve produktie-elasticiteit voor grond. Bovendien geven deze laatste funkties een aanzienlijke verhoging van de produktie-elasticiteit voor grond voor het bedrijfstype akkerbouw; een verhoging, die mogelijk niet reëel is.

Om nu te komen tot een aanbeveling ten aanzien van het gebruik in bovengenoemde toepassingen worden de volgende conclusies getrokken: In de eerste plaats wordt gesteld dat een 'variable returns to scale' funktie voor toepassing nog onvoldoende theoretisch en praktisch onderbouwd is. Voorts volgt uit het onderzoek dat het moeilijk is een CES-funktie te schatten die zo wel economisch interpreteerbare als statistisch betrouwbare resultaten oplevert. Een Cobb-Douglas funktie verdient daarom in de toepassingen vooralsnog de voorkeur. Evenwel levert een Cobb-Douglasfunktie waarin een groot aantal verklarende variabelen zijn opgenomen, waardoor sommige een minder grote bijdrage leveren aan de verklaring van de produktie, gemakkelijk een produktie-elasticiteit op die negatief is.

In de toepassing betreffende de rekenprijs van arbeid geeft een Cobb-Douglasfunktie, waarin naast dummy-variabelen voor de onderscheiden jaren als produktiefactoren grond, arbeid, kapitaal (excl. grond) en non-faktor inputs zijn opgenomen, coëfficiënten die tot goed interpreteerbare grootheden leiden.

LITERATUUR

- ALLEN, R.G.D. 1973. Macro-economic theory. A mathematical treatment. The MacMillan Press, Londen.
- ARROW, K.J., H.B. CHENERY, B.S. MINHAS and R.M. SOLOW. 1961. Capital-labor substitution and economic efficiency. The review of Economics and Statistics. Vol. XLIII, no. 3.
- BIOLLEY, T. DE. 1972. A new class of neo-classical production functions with corresponding investment behaviour. Ceruna, Namur.
- BROWN, M. 1966. On the theory and measurement of technological change. Cambridge University Press.
- COBB, C.W. and P.H. DOUGLAS. 1928. A theory of production. The American Economic Review. Vol. XVIII, supplement.
- FANFANI, R. 1975. Pooling time-series and cross-section data: a review. European review of agricultural Economics. Vol. 2-1, 1974/75.
- FILIUS, A.M. 1970. Uitwerking van een model voor de economische ontwikkeling in de landbouw, ten behoeve van de selectie van cultuurtechnische projecten. Nota ICW 579.
- FILIUS, A.M. 1972. Batenberekening van inrichtingsalternatieven voor de Lopikerwaard. Onderdeel landbouw. Nota ICW 701.
- FILIUS, A.M., 1977. Rekenprijzen van arbeid op landbouwbedrijven. Een toepassing van een produktiefunctieonderzoek, ten behoeve van de evaluatie van landinrichtingsprojecten. Nota ICW 971.
- GRILICHES, Z. 1957. Specification bias in estimates of production functions. Journ. of Farm Economics. Vol. 39.
- GRILICHES, Z. 1960. Measuring inputs in agriculture: a critical survey. Journ. of Farm Economics. Vol. 42.
- GRILICHES, A. 1963. Estimates of the aggregate agricultural production function from cross-sectional data. Journ. of Farm Economics, Vol. 45, no. 2.
- HEADY, E.O. and J.L. DILLON. 1961. Agricultural production functions. Iowa.
- HOCH, I. 1958. Simultaneous equation bias in the context of the Cobb-Douglas production function. Econometrica. Vol. 26.
- HOCH, I. 1962. Estimation of production function parameters combining time-series and cross-section data. Econometrica. Vol. 30, no. 1.
- HOCH, I. 1963. 'Book reviews'. The Journ. of the American Statistical Association. Vol. 58, no. 303: 853-857.

- KLAASSEN, L.H., L.M. KOYCK, T.J. TJEBBES, 1963. Der Einfluss der Parzellierung auf die Brutto-Erträge landwirtschaftlicher Betriebe, Veröffentlichung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Bd.2 Hiltrup
- KMENTA, J. 1967. On estimation of the CES production function. International Economic Review. Vol. 8, no. 2.
- KMENTA, J. 1967. The approximation of CES type functions: a reply. International Economic Review. Vol. 8, no. 2.
- KRELLE, W. 1969. Produktionstheorie. Mohr, Tübingen.
- LANDBOUW-ECONOMISCH INSTITUUT. Diverse jaargangen Landbouwcijfers en Landbouw-Economische Berichten. 's-Gravenhage.
- LANDBOUW-ECONOMISCH INSTITUUT. 1973, 1974, 1976. Bedrijfsuitkomsten in de landbouw. Boekjaren 1968/70 tot en met 1974/75. 's-Gravenhage
- LANDBOUW-ECONOMISCH INSTITUUT. 1975. De financiële positie van de landbouw, Boekjaar 1973/'74. 's-Gravenhage.
- LOCHT, L.J. 1969. Paper conference on Benefit-Cost Analysis. Evaluation of rural reconstruction projects with the aid of a model of regional economic growth. In: Benefit-Cost Analysis. Ed.: J. Kendall, 1971, London.
- LU, Y. and L.B. FLETCHER. 1968. A generalization of the CES production function. The Review of Economics and Statistics. Vol. L.
- MARSCHAK, J. and W.H. ANDREWS. 1944. Random simultaneous equations and the theory of production. Econometrica. Vol. 12, no. 3 and 4.
- MCCARTHY, M. 1967. Approximation of the CES production function: a comment. International Economic Review. Vol. 8, no. 2.
- MUNDLAK, Y. 1961. Empirical production function free of management bias, Journ. of Farm Economics. Vol. 43, no. 1.
- RASMUSSEN, K. 1962. Production function analysis of British and Irish farm accounts. Nottingham.
- SATO, R. and R.F. HOFFMAN. 1968. Production functions with variable elasticity of factor substitution: some analysis and testing. The Review of Economics and Statistics. Vol. L.
- SCHRADER, H. 1973. Produktionsfunktionen des Agrarsektors. Konzept, Schätzung und Anwendung. Schriften zur wirtschaftswissenschaftlichen Forschung, Band 60.
- SNEDECOR, G.W. and W.G. COCHRAN. 1968. Statistical methods. Iowa.
- STOL, Ph.Th. 1975. A contribution to theory and practice of nonlinear parameter optimization. Pudoc, Wageningen.

TOSTLEBE, A.S. 1957. Capital in agriculture: its formation and financing since 1870. N.B.E.R., New York.

ULVELING, E.F. and L.B. FLETCHER. 1970. A Cobb-Douglas production function with variable returns to scale. Amer. Journ. of Agric. Economics, Vol. 52, no. 2.

VAZQUEZ, A. 1971. Homogeneous production functions with constant or variable elasticity of substitution. Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft. Band 127, Heft 1.

ZELLNER, A., J. KMENTA and J. DRÉZE, 1966. Specification and estimation of Cobb-Douglas production function models. Econometrica, Vol.34, no. 4

Indeling Nederland in 29 gebieden

Code nr.	Gebied	Indeling in 8 geb.	Grond-soort	Landbouwgebieden per provincie - indeling 1957 ¹⁾
1	Noord Groningen		klei	Gr. 1,2,3,4 en 7
2	Oldambt		klei	Gr. 5 en 6
3	N.W.-Friesland	1	klei	Fr. 1,2 en 5
4	Friesl. Kleiweidestreek		klei	Fr. 3
5	Friesl. Veenweidestreek		veen	Fr. 4
6	N.W.-Overijssel	2	veen + klei	Ov. 2 en 4
7	IJsselmeerpolders		klei	IJm. 1 en 2
8	Noord-Holland (ged)	3	klei + zand	Nh. 1 t/m 7,9,11,13 t/m 19
9	Waterland		veen	Nh. 8
10	't Gein, Gooiland en N.W.-Utrecht		veen	Nh. 10 en 12, Utr. 2,3 en 6
11	Z.W.-Utrecht	4	klei	Utr. 4 en 5
12	Zh.-Weidegeb. excl. 13 en 14		veen	Zh. 1,7 t/m 12,15 en 16
13	Alblasserw. en Vijfth. land		veen	Zh. 13 en 14
14	Zh.-eilanden		klei	Zh. 2 t/m 6
15	Zeeland	5	klei	Zld. 1 t/m 8
16	N.W.-Nrd.-Brabant		klei	Nbr. 1 t/m 3
17	Veenkoloniën		dalgrond	Gr. 11 en 12, Dr. 6,7 en 8
18	De Wouden		zand	Fr. 6
19	Nrd. Zandgebieden excl. De Wouden		zand	Gr. 8,9 en 10, Dr. 1 t/m 5 Ov. 5
20	Olst en Wijhe en O weidegeb. Ov.		div.	Ov. 1 en 3
21	Salland en Twente	6	zand	Ov. 6
22	Gld. Achterhoek		zand	Gld. 14,15 en 16
23	Zuid- en Oost-Veluwe		zand	Gld. 1, 10, 12 en 13
24	Gld. Vallei en Utr.-zand		zand	Gld. 11, Utr. 7 en 8
25	Rivierkleigebied	8	riv.klei	Gld. 2 t/m 9, Utr. 1, Nbr. 4, 5 en 6
26	Overgangsgeb. N.-Brab.		zand	Nbr. 7, 8 en 9
27	Zandgronden N.-Brab.	7	zand	Nbr. 10 t/m 15, Gld. 17
28	Zandgronden Limburg		zand	L. 2,3 en 4
29	Zuid-Limburg	8	löss	L. 1

1) zie landbouwcijfers 1972 (L.E.I., 1972)

Bijlage 2

PRIJSINDEXCIJFERS LANDBOUWPRODUCTIE EN PRODUCTIEFAKTOREN (1968/'69 = 100)¹⁾

Omschrijving	1969/'70	1970/'71	1971/'72	1972/'73	1973/'74	Gebied ²⁾
tarwe	114,2	142,0	133,4	98,3	109,9	
overige granen	114,8	147,6	137,4	97,6	112,3	
suikerbieten	109,0	114,2	127,6	132,8	134,0	
pootaardappelen	172,7	153,0	142,4	172,7	237,9	
fabrieksaardappelen	101,6	103,6	102,0	111,9	109,9	
overige aard.: klei	183,4	81,5	80,0	197,0	122,3	1 t/m 4, 6 t/m 8, 11
						14 t/m 16, 25, 29
zand/veen	154,1	113,8	84,4	160,6	130,7	5, 9, 10, 12, 13
tuinb./akkerbouwgewassen ³⁾	100	100	100	100	100	17 t/m 24, 26, 27, 28
"	215,5	136,6	39,4	187,3	322,5	1 t/m 6, 17 t/m 25, 29
"	120,4	79,3	65,0	107,6	131,3	15, 16
"	198,3	90,3	59,1	212,2	192,9	9 t/m 14
"	104,2	113,9	121,2	112,8	127,5	7, 8
"	90,8	103,0	106,6	141,3	130,3	26, 27
ruwvoedergewassen	141,5	142,2	108,9	92,6	152,5	28
bloembollen ³⁾	100	100	100	100	100	
overige markt. gewassen	99,3	108,0	115,9	142,9	149,6	1 t/m 4
"	101,8	95,5	98,6	118,2	173,9	5 t/m 29
grasl. en niet-markt. voe- dergewassen	128,1	140,7	103,7	95,5	141,5	
fruitteelt	105,3	93,6	119,3	155,5	187,0	
glasprodukten	126,0	124,4	92,0	99,2	163,1	
overige tuinb. produkten ³⁾	100	100	100	100	100	
zaaiklaar verh. land	105,4	106,9	115,4	122,3	128,5	
melk- en zuivelprodukten	98,6	100,4	111,5	115,7	120,0	
rundvee, paarden, schapen	103,0	103,2	115,9	129,1	126,3	
varkens	111,4	98,1	99,0	112,4	133,1	
mestloos varkens	111,4	98,1	99,0	112,4	133,1	
legkippen + overig pluimvee	101,0	99,0	96,0	102,0	128,1	
eieren	82,1	75,5	90,6	87,7	114,9	
mestkalveren	102,3	105,8	117,5	133,8	129,1	
mestloos mestkalveren	102,3	105,8	117,5	133,8	129,1	
mestkuikens	101,0	99,0	96,0	102,0	128,1	
mestloos kuikens	101,0	99,0	96,0	102,0	128,1	
overig kleinvee	101,0	99,0	96,0	102,0	128,1	
overig werk voor derden	113,0	116,5	115,7	123,5	133,0	
deelnbouw bij derden	117,8	126,7	106,9	114,8	140,6	
overige opbrengsten	105,4	105,4	108,5	119,4	125,9	
interne lev.: melkprod.	100,9	102,6	112,9	117,2	121,6	
ruwvoeder	128,1	140,7	103,7	95,5	141,5	
krachtvoer	101,3	109,6	105,6	114,3	123,2	
stro	124,8	177,7	162,4	87,1	104,7	
arbeid ondern. + gezin	111,1	129,6	146,2	169,1	197,8	
arbeid vreemd personeel	111,1	129,6	146,2	169,1	197,8	
klein onderhoud gebouwen	113,0	116,5	115,6	123,5	133,0	
onderhoud dode inventaris	113,0	116,5	115,6	123,5	133,0	
brandstoffen	100,9	108,3	115,7	110,2	144,4	
autokosten bedrijf	113,0	116,5	115,6	123,5	133,0	
niet-voerk. levende have	113,0	116,5	115,6	123,5	133,0	
werk door derden	113,0	116,5	115,6	123,5	133,0	
bestrijdingsmiddelen	100	100	95,8	99,4	103,6	
kunstmest	98,1	97,1	101,9	108,7	113,6	
overige meststoffen	98,1	97,1	101,9	108,7	113,6	
zaai- en pootgoed	93,7	141,1	128,6	121,4	141,1	
overige kosten bouwland	101,8	107,0	106,1	108,8	130,7	
rundvee: krachtvoer	102,4	106,6	99,7	113,2	125,7	
: melkprodukten	98,6	100,4	111,5	115,7	120,0	
: ruwvoer, weidegeb.						
: stro	123,8	136,4	104,0	103,4	137,5	
mestkalveren: melkprodukten	98,6	100,4	111,5	115,7	120,0	
varkens: krachtvoer	102,9	107,3	104,7	117,3	134,0	
: melkprodukten	98,6	100,4	111,5	115,7	120,0	
: ruwvoer	126,7	109,2	105,0	141,7	143,3	
: stro	119,1	169,1	103,2	85,1	133,0	
legghennen: krachtvoer	104,1	106,5	105,3	116,2	131,2	
: overig over	104,2	106,7	107,4	117,4	126,0	
mestkuikens: krachtvoer	101,2	103,7	103,7	118,2	140,1	
: overig voer	104,2	106,7	107,4	117,4	126,0	
voer overig pluimvee + klein vee	104,2	106,7	107,4	117,4	126,0	
overige kosten lopend boekj.	101,8	107,0	106,1	108,8	130,7	
rundvee en schapen			130,2	158,9	158,9	
mestkalveren			136,6	171,9	171,9	
varkens			104,4	122,0	120,8	
legghennen + mestkuikens			100	100	100	
landb. paarden			122,2	148,1	196,3	
overig pluimvee + klein vee			100	100	100	
totaal veestapel	114,5	114,5				
werktuigen	106,1	114,5	124,0	126,0	132,5	

1) Gebaseerd op diverse jaargangen Landbouwcijfers, Landbouw-Economisch Bericht en persoonlijke mededelingen LEI en CBS

2) De gebiedsnummers hebben betrekking op de indeling in 29 gebieden (zie Bijlage 1). Indien geen gebiedsnummer is vermeld heeft het indexcijfer betrekking op alle gebieden

3) Geen prijsindexcijfers beschikbaar of op zinnige wijze te berekenen

← AKKERBOUD

	ln P	ln L	ln K _c	ln K _m	ln K	ln I	ln(L²-K²)²	$\frac{L}{P}$	$\frac{L}{P}$ ln L	$\frac{L}{P}$ ln K	$\frac{L}{P}$ ln I	$\frac{K}{L}$ ln P	$\frac{K}{L}$ ln L	$\frac{K}{L}$ ln K	$\frac{K}{L}$ ln I	ln V
ln P	1.000	.594	.154	.741	.770	.812	-.256	.833	-.393	-.228	-.391	.365	.554	.516	.513	.863
ln L	.597	1.000	.281	.649	.696	.645	-.265	.159	.452	.570	.455	.503	.128	.073	-.004	.660
ln K _c	.776	.553	1.000	-.006	-.222	.222	.040	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.786
ln K _m	.842	.553	.678	1.000	-.006	.685	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.814
ln K	.827	.553	.678	.617	1.000	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.900
ln I	.682	.470	.794	.617	.788	1.000	-.231	.598	-.124	.036	-.065	.292	.456	.421	.453	.900
ln(L²-K²)²	-.228	-.135	-.209	-.443	-.443	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.251
$\frac{L}{P}$ ln P	.873	.217	.156	.719	.719	.496	.1000	1.000	-.771	-.614	-.757	.365	.554	.516	.513	.639
$\frac{L}{P}$ ln L	-.674	1.000	.156	.649	.696	.645	-.265	.159	.452	.570	.455	.503	.128	.073	-.004	.660
$\frac{L}{P}$ ln K _c	-.603	.233	1.000	-.006	-.222	.222	.040	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.786
$\frac{L}{P}$ ln K _m	-.677	.134	.678	1.000	-.006	.685	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.814
$\frac{L}{P}$ ln K	.074	.473	.617	.617	1.000	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.900
$\frac{L}{P}$ ln I	.637	.097	.788	.617	.788	1.000	-.231	.598	-.124	.036	-.065	.292	.456	.421	.453	.900
$\frac{K}{L}$ ln P	.619	.085	.617	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.251
$\frac{K}{L}$ ln L	.593	.053	.617	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.639
$\frac{K}{L}$ ln K _c	.569	.584	.617	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.786
$\frac{K}{L}$ ln K _m	.569	.584	.617	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.814
$\frac{K}{L}$ ln K	.569	.584	.617	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.900
$\frac{K}{L}$ ln I	.569	.584	.617	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.251
ln V	.769	.584	.617	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	1.000

↑ RUNDVEEHOUDERIJ →

← GEN. ACCENT VERDELING

	ln P	ln L	ln K _c	ln K _m	ln K	ln I	ln(L²-K²)²	$\frac{L}{P}$	$\frac{L}{P}$ ln L	$\frac{L}{P}$ ln K	$\frac{L}{P}$ ln I	$\frac{K}{L}$ ln P	$\frac{K}{L}$ ln L	$\frac{K}{L}$ ln K	$\frac{K}{L}$ ln I	ln V
ln P	1.000	.378	.416	.560	.605	.240	.017	.828	-.645	-.613	-.671	.043	.447	.436	.379	.320
ln L	.698	1.000	.374	.829	.871	.208	-.100	.127	.412	.420	.348	.424	-.108	-.114	-.153	.288
ln K _c	.722	.632	1.000	.365	.365	.486	-.057	.030	.502	.502	.502	.502	.502	.502	.502	.678
ln K _m	.796	.701	.473	1.000	1.000	.727	.057	.401	-.263	-.084	-.165	.562	.841	.823	.799	.794
ln K	.824	.636	.644	.719	.825	1.000	.157	.112	-.050	.105	.184	.556	.657	.645	.705	.965
ln I	.866	.159	.169	.578	.578	.224	1.000	.1000	-.948	-.919	-.944	.326	.999	.999	.999	.133
$\frac{L}{P}$ ln P	.866	.287	.156	.719	.719	.496	.1000	1.000	-.771	-.614	-.757	.365	.554	.516	.513	.639
$\frac{L}{P}$ ln L	-.587	1.000	.156	.649	.696	.645	-.265	.159	.452	.570	.455	.503	.128	.073	-.004	.660
$\frac{L}{P}$ ln K _c	-.433	.333	1.000	-.006	-.222	.222	.040	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.786
$\frac{L}{P}$ ln K _m	-.568	.206	.678	1.000	-.006	.685	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.814
$\frac{L}{P}$ ln K	.392	.498	.617	.617	1.000	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.900
$\frac{L}{P}$ ln I	.694	.293	.788	.617	.788	1.000	-.231	.598	-.124	.036	-.065	.292	.456	.421	.453	.900
$\frac{K}{L}$ ln P	.645	.282	.617	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.251
$\frac{K}{L}$ ln L	.640	.229	.617	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.639
$\frac{K}{L}$ ln K _c	.647	.705	.645	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.786
$\frac{K}{L}$ ln K _m	.647	.705	.645	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.814
$\frac{K}{L}$ ln K	.647	.705	.645	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.900
$\frac{K}{L}$ ln I	.647	.705	.645	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.251
ln V	.847	.705	.645	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	1.000

↑ GEMENDE ACCENT AKKERBOUD →

	ln P	ln L	ln K _c	ln K _m	ln K	ln I	ln(L²-K²)²	$\frac{L}{P}$	$\frac{L}{P}$ ln L	$\frac{L}{P}$ ln K	$\frac{L}{P}$ ln I	$\frac{K}{L}$ ln P	$\frac{K}{L}$ ln L	$\frac{K}{L}$ ln K	$\frac{K}{L}$ ln I	ln V
ln P	1.000	.480	.591	.695	.759	.548	-.112	.876	-.681	-.608	-.679	.026	.566	.548	.552	.665
ln L	.698	1.000	.452	.844	.871	.208	-.085	.080	.277	.346	.259	.355	.020	.014	-.013	.455
ln K _c	.722	.632	1.000	.365	.365	.486	-.007	.007	.502	.502	.502	.502	.502	.502	.502	.808
ln K _m	.796	.701	.473	1.000	1.000	.727	.184	.609	-.433	-.227	-.342	.510	.852	.834	.823	.670
ln K	.824	.636	.644	.719	.825	1.000	.034	.424	-.280	-.102	-.107	.415	.677	.661	.713	.873
ln I	.866	.159	.169	.578	.578	.224	1.000	1.000	-.927	-.863	-.907	.326	.999	.999	.999	.955
$\frac{L}{P}$ ln P	.866	.287	.156	.719	.719	.496	.1000	1.000	-.771	-.614	-.757	.365	.554	.516	.513	.639
$\frac{L}{P}$ ln L	-.587	1.000	.156	.649	.696	.645	-.265	.159	.452	.570	.455	.503	.128	.073	-.004	.660
$\frac{L}{P}$ ln K _c	-.433	.333	1.000	-.006	-.222	.222	.040	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.786
$\frac{L}{P}$ ln K _m	-.568	.206	.678	1.000	-.006	.685	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.814
$\frac{L}{P}$ ln K	.392	.498	.617	.617	1.000	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.900
$\frac{L}{P}$ ln I	.694	.293	.788	.617	.788	1.000	-.231	.598	-.124	.036	-.065	.292	.456	.421	.453	.900
$\frac{K}{L}$ ln P	.645	.282	.617	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.251
$\frac{K}{L}$ ln L	.640	.229	.617	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.639
$\frac{K}{L}$ ln K _c	.647	.705	.645	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.786
$\frac{K}{L}$ ln K _m	.647	.705	.645	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.814
$\frac{K}{L}$ ln K	.647	.705	.645	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.900
$\frac{K}{L}$ ln I	.647	.705	.645	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.251
ln V	.847	.705	.645	.617	.788	.728	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	.544	1.000

← GEN. ACCENT RUNDVEEHOUDERIJ

AANTAL BEDRIJVEN EN GEWOGEN MEETK. GEMIDDELDEN PER BEDRIJF, PER JAAR EN GEBIED									
BEDRIJFSTYPES/ANKERBOUW									
	NOORD. ZEEKLEI					N.H. DROOGH. + IJSSSEL. POLDER			
	68/69	69/70	70/71	71/72	72/73	73/74	68/69	69/70	70/71
IN 100 GLD. TENZIJ ANDERS VERMELD.									
AANTAL BEDRIJVEN	16	32	28	33	39	44	21	24	20
BRUTO-OPBRENGST	775	1034	972	1125	1154	1347	890	1065	1027
(GEDEFL.)	775	861	793	927	988	1060	890	797	891
OPP.CULT.GROND(0,01HA)	3660	4275	4042	4039	4141	4094	2700	2487	2892
NIEUW.MACHINES	542	771	765	891	895	878	666	617	843
(GEDEFL.)	542	726	669	719	710	663	666	582	736
MACHINEKOSTEN(10GLD)	798	1165	1150	1332	1359	1328	1022	989	1228
(GEDEFL.)	801	1098	1007	1074	1079	1001	1023	858	1071
WAARDE VEE	28	27	14	10	10	11	6	4	4
(GEDEFL.)	28	25	12	9	8	9	6	4	4
ARBEIDSKOSTEN	223	265	289	293	354	377	253	227	268
(GEDEFL.)	223	238	223	200	209	190	253	204	206
VOLW.ARB.KR.(0,1VAK)	19	20	18	17	17	16	21	18	18
NON-FACTOR INPUTS	312	404	403	429	465	507	368	347	414
(GEDEFL.)	312	385	352	386	403	402	368	330	357
AANTAL STAND.BEDR.EENH.	156	193	172	177	178	188	157	135	160
% GRASL.(+100)	202	199	217	65	23	60	12	6	5
ALLE GEBIEDEN									
VEENK. + NRD.OOST + CENTR.ZAND	68/69	69/70	70/71	71/72	72/73	73/74	68/69	69/70	70/71
IN 100 GLD. TENZIJ ANDERS VERMELD.	68/69	69/70	70/71	71/72	72/73	73/74	68/69	69/70	70/71
AANTAL BEDRIJVEN	28	33	41	45	47	50	89	117	115
BRUTO-OPBRENGST	561	643	695	809	821	871	681	804	817
(GEDEFL.)	561	584	605	710	712	731	681	671	707
OPP.CULT.GROND(0,01HA)	2282	2602	2444	2601	2590	2770	2671	2675	2850
NIEUW.MACHINES	279	319	329	330	409	475	433	401	515
(GEDEFL.)	279	301	287	266	325	359	433	378	450
MACHINEKOSTEN(10GLD)	397	458	479	474	603	683	628	561	744
(GEDEFL.)	397	433	421	387	480	518	628	552	657
WAARDE VEE	9	10	7	8	8	9	9	9	8
(GEDEFL.)	9	9	7	7	5	7	9	8	7
ARBEIDSKOSTEN	157	169	178	222	231	275	181	193	227
(GEDEFL.)	157	152	137	152	136	139	181	173	175
VOLW.ARB.KR.(0,1VAK)	13	14	12	13	12	11	16	16	15
NON-FACTOR INPUTS	237	299	321	350	373	411	286	313	356
(GEDEFL.)	237	280	278	315	325	327	286	299	310
AANTAL STAND.BEDR.EENH.	107	110	109	115	117	122	130	134	138
% GRASL.(+100)	40	27	45	31	15	16	47	27	44

AANTAL BEDRIJVEN EN GEWOGEN MEETK. GEMIDDELDEN PER BEDRIJF, PER JAAR EN GEBIED											
BEDRIJFSTYPE: RUNDVEEHOUDERIJ											
N.H. DROUW. + IJSSELM. POLDER											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
IN 100 GLD. TENZIJ ANDERS VERMELO.											
NOORD. ZEEKLEI											
NOORD. VEENWEIDE											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74											
68/											

AANTAL BEDRIJVEN EN GEWOGEN MEETK. GEMIDDELDEN PER BEDRIJF, PER JAAR EN GEBIED												
BEDIJFSTYPEIGEMENGDE ACCENT AKKERBOUW												
	NOORD. ZEEKLEI					N.H. DROOGH. + IJSSSELN. POLDER						
	68/69	69/70	70/71	71/72	72/73	73/74	68/69	69/70	70/71	71/72	72/73	73/74
IN 100 GLO. TENZIJ ANDERS VERMELD.												
AANTAL BEDRIJVEN	13	14	16	16	12	9	9	14	14	14	14	7
BRUTO-OPBRENGST	874	1091	1009	1337	1568	1407	638	856	1033	1234	1234	978
" (GEDEFL.)	874	989	887	1115	1268	1077	638	735	963	1084	1084	781
OPP. CULT. GROND (0,01 HA)	3126	3522	2718	3622	4260	3314	1792	2215	2690	3116	2449	2716
NIEUW. MACHINES	561	571	543	892	1016	767	333	483	715	923	589	642
" (GEDEFL.)	561	538	474	647	807	579	333	455	624	744	468	485
MACHINEKOSTEN (10 GLO)	862	858	809	1232	1522	1199	511	712	1093	1234	869	1055
" (GEDEFL.)	862	808	707	991	1208	903	510	671	876	995	692	797
WAARDE VEE	306	394	335	464	644	535	222	278	253	282	287	429
" (GEDEFL.)	306	343	292	357	406	336	222	242	220	220	188	276
ARBEIDSKOSTEN	339	292	327	393	517	524	219	248	314	365	327	438
" (GEDEFL.)	339	263	251	270	305	264	219	222	242	249	193	221
VOLK. ARB. KR. (0,1 VAK)	25	20	19	20	23	19	15	16	19	19	15	17
NON-FACTOR INPUTS	423	480	504	577	644	608	306	362	482	573	467	702
" (GEDEFL.)	423	454	438	527	559	476	306	344	429	525	483	558
AANTAL STAND. BEDR. EENH.	160	179	155	199	229	191	120	137	173	202	152	153
% GRASL. (+100)	2658	2848	4021	3428	3246	3620	3162	2839	2483	3076	2958	2170
ALLE GEBIEDEN												
68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74												
IN 100 GLO. TENZIJ ANDERS VERMELD.												
AANTAL BEDRIJVEN	27	30	25	26	29	27	78	93	82	82	78	69
BRUTO-OPBRENGST	501	530	531	638	753	823	559	629	663	828	903	948
" (GEDEFL.)	501	486	480	557	634	671	559	570	610	728	743	749
OPP. CULT. GROND (0,01 HA)	1914	1808	1666	1722	1945	1911	1832	1900	1889	2119	2125	2118
NIEUW. MACHINES	237	188	194	240	299	270	284	287	335	424	449	416
" (GEDEFL.)	237	177	170	193	237	204	284	270	293	342	357	314
MACHINEKOSTEN (10 GLO)	355	266	278	349	414	363	414	487	477	610	638	604
" (GEDEFL.)	356	267	252	291	331	273	415	392	421	498	507	455
WAARDE VEE	128	167	146	192	295	325	193	239	200	267	297	392
" (GEDEFL.)	128	145	127	149	186	205	193	208	174	209	194	250
ARBEIDSKOSTEN	207	223	224	257	309	377	222	231	247	291	341	397
" (GEDEFL.)	207	200	172	176	183	190	222	207	190	198	201	200
VOLK. ARB. KR. (0,1 VAK)	15	15	13	13	14	13	17	16	15	15	15	15
NON-FACTOR INPUTS	221	264	246	273	349	406	254	293	325	367	407	474
" (GEDEFL.)	221	254	217	250	302	319	254	279	289	337	352	370
AANTAL STAND. BEDR. EENH.	98	95	90	95	109	114	105	110	113	123	126	127
% GRASL. (+100)	3040	2520	2942	2931	2981	3007	3010	2709	2608	1817	1980	2645

AANTAL BEDRIJVEN EN GEVOGEN MEETK. GEMIDDELDEN PER BEDRIJF, PER JAAR EN GEBIED		BEDRIJFSTYPE: GEMENGD ACCENT RONDVEEHOUDERIJ																		
		VEENK. + NRD, OOST + CENTR. ZAND						ZUID, ZAND						RIVIERKL. + Z. LIMBURG						
		68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74						68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74						68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74						
		IN 100 GLD. TENZIJ ANDERS VERMELD.																		
AANTAL BEDRIJVEN		55	61	53	40	38	36	37	37	37	39	29	27	25	4	14	10	13	6	11
BRUTO-OPBRENGST		450	495	519	682	816	890	557	565	637	713	858	1267	1267	584	656	643	686	565	715
"	(GEDEFL.)	450	481	511	620	694	715	557	544	626	642	715	1016	1016	584	619	639	621	467	571
OPP. CULT. GROND (0,01 HA)		1235	1237	1273	1411	1484	1425	1298	1403	1487	1634	1646	1906	1906	1705	1698	1636	1518	1194	1233
NIEUW. MACHINES		141	159	199	264	245	233	162	180	201	282	304	368	368	197	247	261	297	198	247
"	(GEDEFL.)	141	150	174	213	194	176	162	170	175	227	241	277	277	197	233	228	240	157	186
MACHINEKOSTEN (10 GLO)		198	226	284	389	345	358	225	246	267	352	381	548	548	297	359	380	444	299	378
"	(GEDEFL.)	198	214	249	315	274	271	225	233	233	293	301	413	413	300	338	331	360	240	287
WAARDE VEE		284	327	347	402	590	652	360	424	469	516	624	988	988	369	459	465	477	451	584
"	(GEDEFL.)	284	285	302	320	385	425	360	370	409	408	401	643	643	359	400	400	374	288	384
ARBEIDSKOSTEN		193	217	255	300	346	395	202	217	257	281	357	455	455	197	224	241	311	318	379
"	(GEDEFL.)	193	195	196	204	204	199	202	195	197	192	211	229	229	197	201	185	212	188	191
VOLW. ARB. KR. (0,1 VAK)		14	14	14	15	14	14	14	14	14	13	14	15	15	15	15	14	15	14	14
NON-FACTOR INPUTS		239	270	303	353	421	516	300	314	366	362	418	721	721	315	302	354	320	225	365
"	(GEDEFL.)	239	258	277	333	365	401	300	300	336	343	361	559	559	315	287	324	303	195	283
AANTAL STAND. BEDR. EENH.		77	89	84	93	100	103	85	87	101	99	113	142	142	108	112	117	105	86	96
% GRASL. (*100)		7364	7460	7743	7327	7283	7725	6545	6829	7280	6844	6936	7370	7370	6803	7215	7744	7449	7336	7818
		ALLE GEBIEDEN																		
		68/69 69/70 70/71 71/72 72/73 73/74																		
		IN 100 GLD. TENZIJ ANDERS VERMELD.																		
AANTAL BEDRIJVEN		113	121	111	96	98	89													
BRUTO-OPBRENGST		516	539	585	707	810	971													
"	(GEDEFL.)	516	521	576	639	683	777													
OPP. CULT. GROND (0,01 HA)		1317	1345	1387	1498	1523	1588													
NIEUW. MACHINES		161	177	213	279	259	275													
"	(GEDEFL.)	161	167	186	225	205	208													
MACHINEKOSTEN (10 GLO)		224	249	299	394	353	411													
"	(GEDEFL.)	225	236	262	318	281	311													
WAARDE VEE		325	372	392	452	592	721													
"	(GEDEFL.)	325	325	342	358	383	468													
ARBEIDSKOSTEN		199	217	253	292	353	420													
"	(GEDEFL.)	199	195	195	199	208	212													
VOLW. ARB. KR. (0,1 VAK)		14	14	14	14	14	14													
NON-FACTOR INPUTS		274	291	335	352	391	534													
"	(GEDEFL.)	274	277	306	333	339	415													
AANTAL STAND. BEDR. EENH.		84	86	92	97	105	117													
% GRASL. (*100)		7105	7180	7547	7191	7235	7511													